TH, Koll: Bornmann
8.19

1
1973

messen · steuern · regeln

mit „automatisierungspraxis"



16. Jahrgang · Heft 1 · Januar 1973 · Verlagspostamt Leipzig · Heftpreis 4,— M

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN

Budapest 1958

Budapest 1961

Stockholm 1964

Warschau 1967

Paris 1970

Dresden 1973

Gute Orientierung und viel Erfolg beim Ansteuern der '73er Ziele — zu denen auch der IMEKO-Kongreß (Dresden, 17. bis 23. Juni) zu zählen ist — wünschen Lesern und Freunden für das neue Jahr

Redaktion und Verlag

messen · steuern · regeln
Scientific-Technical Journal on Automatic Control
VEB Verlag Technik, Berlin
Vol. 16, January 1973, No. 3, pp. 1—36
(The following summaries may be reprinted)

Wloka, U.; P. Schaarschmidt: IA 4.0.5.1; 4.0.5.2

Application of a Hybrid Computing System by Means of Coupling the „PR 2100" with the „Endim 2000"

msr 16 (1973) No. 1, pp. 12—15

The authors present an example where on the base of available computers a hybrid system has been established which causes relatively low expense. The functions and the technical realization of the coupling system are treated. Possibilities for applying the hybrid system are shown by means of an example of process optimization.

Rutkowski, D.: IA 2.5

Simulation of Identification Processes and their Application for Adaptive Control Systems

msr 16 (1973) No. 1, pp. 15—17

The author presents the results of the analogue simulation of the optimal gain identification processes of a second-order object in stochastic situations as well as the application of the identification for an adaptive system which is interesting from the practical point of view.

Grauer, M.; G. Liebe: IA 2.1.7

On the Simulation of the Static and Dynamic Operational Behavior of Rectifying Columns

msr 16 (1973) No. 1, pp. 20—24

In the first part of the article, one presents a new method for calculating the static characteristics of a rectifying column for the separation of a binary mixture, this approach being based upon *Anisimow*'s method. By considering the rectifying column a system with distributed parameters, one tries, in the second part, to find a description causing only low computational expense.

Wernstedt, J.: IA 2.6.2

On the Parameter Estimation of Static Systems by Means of Recursive Methods

msr 16 (1973) No. 1, pp. 25—27

Starting from the requirements of on-line algorithms three of the most important methods are derived. Their aptitude to the parameter estimation of unperturbated and perturbated time-invariant systems is demonstrated by means of examples, important characteristics of the approaches being confronted one with the other in a table.

Heltzig, H. F.; E. Oberst: IA 1.1.0

PRIMFIX — A Flexible Algorithm for Determining Prime Conjunctions

msr 16 (1973) No. 1, pp. 32—36

The algorithm PRIMFIX represents a simple and fast approach for determining prime conjunctions. Due to the introduction of an eligible performance criterion the algorithm allows to realize a compromise between the computation time and the quality of solution accordingly to the requirements. By suited modifications the algorithm may also be applied for determining multiple prime conjunctions of multiple-output switching systems.

Malitzki, H.: IA 5.8.7

Electronic Stabilization of the Speed of Direct Current Miniature Motors

msr 16 ap (1973) No. 1, pp. 15—17

In the contribution one deals with basic problems and the performance of a speed control circuit for direct current miniature motors based upon the bridge principle. A realized control circuit is presented and its speed behavior is studied as a function of the time and the operational voltage. The simplicity and the small sensitivity to voltage changements are the advantages of the presented circuit.

Wydżga, St.: IA 4.0

Polish Third Generation Devices for the Electronic Analog Information Processing (part II)

msr 16 ap (1972) No. 1, pp. 22—24

On the base of the specialization contracts between the Berlin Institute of Control Engineering (GDR) and Warsaw Industrial Institute of Control and Measurement Engineering (Poland) the author describes apparates being produced since 1973 by the establishments of the producer association MERA.

messen · steuern · regeln
Wissenschaftlich-Technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik
VEB Verlag Technik, Berlin
16. Jahrgang, Januar 1973, Heft 1, Seiten 1–36
(der Nachdruck der folgenden Angaben ist gestattet)

Wloka, U.; P. Schaarschmidt: IA 4.0.5.1; 4.0.5.2

Einsatz eines Hybridsystems auf der Basis der Rechnerkopplung „PR 2100 – Endim 2000"

msr 16 (1973) H. 1, S. 12–15

Es wird ein Einsatzfall vorgestellt, in dem auf der Grundlage vorhandener Rechner mit relativ geringen Mitteln ein Hybridsystem aufgebaut wurde. Dabei wird auf die Funktionen des Kopplungssystems und deren technische Realisierung eingegangen. Am Beispiel eines Problems der Prozeßoptimierung werden Anwendungsmöglichkeiten des Hybridsystems gezeigt.

Rutkowski, D.: IA 2.5

Modellierung von Identifizierungsprozessen und ihre Anwendung bei adaptiven Steuerungssystemen

msr 16 (1973) H. 1, S. 15–17

Es werden die Resultate der analogen Modellierung der optimalen Identifizierungsprozesse der Verstärkung in stochastischen Situationen für ein Objekt zweiter Ordnung als auch die Anwendung der Identifizierung bei einem interessanten, von dem praktischen Standpunkt, adaptiven System dargestellt.

Grauer, M.; G. Liebe: IA 2.1.7

Zur Nachbildung des statischen und dynamischen Betriebsverhaltens von Rektifikationskolonnen

msr 16 (1973) H. 1, S. 20–24

Im ersten Teil der Arbeit wird ein neues Verfahren zur Berechnung der statischen Kennlinien einer Rektifikationskolonne zur Trennung eines Zweistoffgemisches aufgezeigt, das auf der Methode von *Anisimow* beruht. Im zweiten Teil wird versucht, durch die Betrachtung der Rektifikationskolonne als ein System mit verteilten Parametern eine Beschreibungsweise zu finden, die der Prozeßautomatisierung genügt, d. h geringen Rechenaufwand benötigt.

Wernstedt, J.: IA 2.6.2

Zur Parameterschätzung statischer Systeme mittels rekursiver Verfahren

msr 16 (1973) H. 1, S. 25–27

Ausgehend von den Anforderungen an on-line Algorithmen werden drei der wichtigsten Verfahren hergeleitet. Ihre Eignung für die Parameterschätzung ungestörter und gestörter zeitinvarianter Systeme wird anhand von Beispielen demonstriert. Wichtige Kennwerte der Verfahren werden in einer Tafel gegenüber gestellt.

Heltzig, H. F.; E. Oberst: IA 1.1.0

PRIMFIX – ein flexibler Algorithmus zur Ermittlung von Primkonjunktionen

msr 16 (1973) H. 1, S. 32–36

Der Algorithmus PRIMFIX ist ein einfaches und schnelles Verfahren zur Bestimmung von Primkonjunktionen. Durch die Einführung eines wählbaren Gütemaßes Q ist der Algorithmus so flexibel, daß zwischen notwendigem Rechenaufwand und Güte der Lösung ein den Erfordernissen angepaßter Kompromiß möglich ist. Geeignete Modifizierungen machen diesen Algorithmus auch zur Bestimmung von Mehrfachprimkonjunktionen bei Schaltsystemen mit mehreren Ausgängen einsetzbar.

Malitzki, H.: IA 5.8.7

Elektronische Stabilisierung der Drehzahl von Gleichstrom-Kleinstmotoren

msr 16 ap (1973) H. 1, S. 19–22

Im Beitrag werden Grundsatzprobleme und Aspekte der Leitungsfähigkeit der auf der Basis des Brückenprinzips arbeitenden Drehzahl-Regelschaltung für Gleichstrom-Kleinstmotoren behandelt. Eine realisierte Regelschaltung wird vorgestellt und ihr Drehzahlverhalten als Funktion der Zeit und der Betriebsspannung untersucht. Die Vorzüge der Schaltung sind ihre Einfachheit und eine sehr geringe Empfindlichkeit gegenüber Betriebsspannungsschwankungen.

Wydżga, St.: IA 4.0

Polnische Geräte der elektrischen, analogen Informationsverarbeitung der dritten Generation (Teil II)

msr 16 ap (1973) H. 1, S. 22–24

Auf Grund der Spezialisierungsverträge zwischen dem Institut für Regelungstechnik, Berlin/DDR, und dem Industriellen Institut für Regelungs- und Meßtechnik, Warschau/VR Polen, beschreibt der Autor Geräte, die ab 1973 durch die Betriebe der Vereinigung MERA hergestellt werden.

messen steuern regeln



Wissenschaftlich-technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik

Inhaltsverzeichnis

Januar 1973

(Auf nebenstehend angeordnetem Schmalblatt befinden sich Inhaltsangaben der mit einem ● versehenen Aufsätze)

Informationen, Berichte, Literatur

Aufsätze

Zu unserem Titelbild über den VI. Kongreß der Internationalen Meßtechnischen Konföderation (IMEKO):

Das abgebildete Laufmeßrad diente 1552 zur Gradmessung auf dem Meridianbogen Paris—Amiens. Der Pinnkompaß, wie das Laufmeßrad aus Holz, wurde zur Markierung der Schiffsroute verwendet   Zeichnung: *H. Schlicker*

Die Zeitschrift dient der Vermittlung von Forschungsergebnissen aus den Gebieten der theoretischen Grundlagen der Meßtechnik, Prozeßüberwachung und automatischen Steuerungstechnik sowie von Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung des Geräte- und Anlagenbaues. Ferner ist der Austausch von Erfahrungen aus der Automatisierungspraxis unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten Bestandteil der Zeitschrift. Der Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Originalarbeiten sowie den Veröffentlichungen des wissenschaftlichen Erfahrungsaustausches wird vorrangig Platz eingeräumt. Bei der Behandlung der Fragen, die eine Steigerung der Produktqualität und Arbeitsproduktivität beinhalten, werden besonders die ökonomischen Gesichtspunkte bei der Konstruktion von Geräten und Anlagen Berücksichtigung finden. Einen breiten Teil widmet die Zeitschrift Informationen und Auswertungen von Fachmessen, Symposien, Konferenzen und dgl. sowie einer angemessenen Auswertung der in- und ausländischen Fachliteratur. (Annahmebedingungen s. letzte Seite.)

Leipzig, den 14. September 1972

Eindrücke, Aspekte und Tendenzen vom IFAC-Kongreß, reflektiert an einer Informationstagung der DGMA

Die Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (DGMA) in der KDT führte am 14. September 1972 in Leipzig eine Informationstagung über den V. Kongreß der International Federation of Automatic Control (IFAC) durch, der vom 12. bis 17. Juni 1972 in Paris stattfand. Im Anschluß an die Leipziger Veranstaltung hat die Redaktion die Delegationsteilnehmer zu den Problemen befragt, die im wesentlichen Gegenstand der Einschätzung des IFAC-Kongresses waren.

Herr Professor, worauf hat der Veranstalter bei der Gestaltung des Kongreßprogramms besonderen Wert gelegt?

H. Trumpold: Der V. Weltkongreß der IFAC stand unter dem Motto „Für eine Zusammenarbeit zur Erlangung besserer Ergebnisse" und „Für eine Theorie im Zusammenhang mit praktischer Anwendung".
Bei der Auswahl der Vorträge, der Themen der Übersichtsbeiträge und der Rundtischgespräche wurde besonderer Wert auf die Anwendung der Theorie zur Lösung praktischer Aufgaben gelegt.
Der Veranstalter wurde dazu bei der Programmgestaltung und auch bei der Durchführung von den Schwesterorganisationen IMEKO, AICA, IFIP und IFORS unterstützt. Das Programm zeigte, daß in der weiteren Arbeit der IFAC neben den rein technischen Problemen auch den Fragen des Umweltschutzes, des Verkehrs und der großen ökonomischen Systeme eine zunehmende Bedeutung beigemessen wird. Es wurde in den Beiträgen zu diesen Themenkreisen sichtbar, daß sich die theoretischen Grundlagen der automatischen Steuerung auch auf diese Gebiete übertragen lassen.
Das Ziel des Veranstalters, rein theoretische Vorträge ohne Vorschläge für die praktischen Anwendungen abzulehnen, wurde nur teilweise erreicht. Hierzu bemerkte der Präsident der IFAC, Professor *V. Broïda:* „Wer würde es heute wagen, von vornherein zu behaupten, daß dieses oder jenes theoretische Verfahren nicht schon morgen zahlreiche praktische Anwendung findet.
Wer hätte wohl auch vor mehr als einem Jahrhundert vorausgesagt, daß die Laplace-Transformation, die damals ein einfaches mathematisches Verfahren ohne absehbare praktische Nutzung war, eines Tages nicht nur Grundlage der theoretischen Regelungstechnik, sondern auch wesentliche Grundlage der Theorie linearer Systeme werden würde?"
Besonderes Schwergewicht war vom Veranstalter auf die Möglichkeit einer ausführlichen Diskussion der Vorträge gelegt worden. Deshalb wurde das Prinzip des Berichterstatters benutzt und die Redezeit der Autoren auf 5 Minuten begrenzt.
Dieses Vorhaben ist jedoch nur teilweise gelungen, da einige Berichterstatter sich auf einen Überblick über das Gesamtgebiet ihrer Sektion beschränkten, aber auf die Vorträge nicht oder nur pauschal eingingen. Außerdem waren die Vorabdrucke der Vorträge erst während des Kongresses erhältlich, so daß insbesondere in den Sektionen, in denen theoretische Probleme behandelt wurden, die Teilnehmer sich kaum auf eine ausführliche Diskussion vorbereiten konnten.
Trotz dieser Einschränkungen hat sich die Effektivität des Kongresses gegenüber den letzten IFAC-Kongressen weiter erhöht.

Welche Themen standen auf dem Kongreß im Vordergrund, bzw. in welcher Form wurden die aktuellen Fragen diskutiert?

H. Trumpold: Der V. IFAC-Kongreß umfaßte 3 parallel behandelte Hauptgebiete mit insgesamt 41 Sektionen. Wie die Sitzungsfolge zeigt (siehe dort), wurden im ersten Komplex vor allem Fragen der Applikation (16 Sitzungen) behandelt; der zweite Komplex umfaßte Probleme der Raumfahrt (3), der Bauelemente (4) und Systeme (4) sowie der Ausbildung (1). Der dritte Komplex war vor allem der Theorie (13) vorbehalten.
Die 41 Sektionen wurden durch Übersichtsbeiträge mit folgenden Themen ergänzt:

1. Die durch die Technologie verursachten Veränderungen in der Welt (*H. Chesnut*, USA)
2. Tendenzen bei Bauelementen der Regelungstechnik (*S. S. Carlisle*, GB; *M. Nalecz*, VR Polen; *Y. Oshima*, Japan; *B. S. Sotskov*, UdSSR)
3. Eine Erörterung der Kommunikationsmethoden des Operators mit dem Rechnersteuersystem (*C. M. Cundall*, USA)
4. Modellierung makro-ökonomischer Systeme (*Deistler*, BRD; *W. Oberhofer*, BRD)
5. Gedanken, Entwurf und Beschreibung — Eine rechnerorientierte Behandlung technischer Strukturen (*H. Zemanek*, Österreich)
6. Lineare Regelungssysteme (*B. Anderson*, Australien)
7. Dekompositionsmethoden und dezentralisierte Systeme (*J. Abadie*, Frankreich)
8. Biologische Rezeptoren und ihre technischen Modelle (*H. R. Weed*, USA)
9. Tendenzen in der regelungstechnischen Ausbildung (*L. Hyldgaard-Jensen*, Dänemark)
10. Interface-Einrichtungen (*B. P. Th. Veltman*, Niederlande)
11. Gegenwart und Zukunft der Verkehrsautomatisierung (*Y. David*, Frankreich)

V. IFAC-Kongreß: Sitzungsfolge[1])

Anwendungen

1. Prozeßsteuerung — Petrolchemie
2. Prozeßsteuerung — Metallurgie
3. Prozeßsteuerung — Zementindustrie
4. Prozeßsteuerung — Metallerzeugung
5. Energie — Dampferzeugung
6. Energie — Kernkraftwerke
7. Energieübertragung und -steuerung
8. Prozeßsteuerung — Wärmetechnik
9. Umwelt und Ökonomie
10. Programmierung und Modellierung
11. Numerische Steuerungen
12. Verkehrstechnik
13. Anwendungen — Allgemein (I))
14. Anwendungen — Allgemein (II
15. Schiffsautomatisierung (I)
16. Schiffsautomatisierung (II)

Raum- und Luftfahrt

17. Raumfahrt (I)
18. Raumfahrt (II)
19. Luftfahrt

Bauelemente

20. Meßwertgeber in Regelkreisen
21. Prozeßkomponenten und Systeme (I)
22. Prozeßkomponenten und Systeme (II)
23. Stellglieder-Schrittmotore

Ausbildung

24. Hochschulausbildung in der Regelungstechnik

Systeme

25. Biologische Systeme
26. Industrielle Leitungssysteme
27. Analyse Großer Systeme
28. Nationale, regionale und städtische Systeme

Theorie

29. Theorie der Regelung
30. Theorie Großer Systeme
31. Empfindlichkeit
32. Nichtlineare Systeme
33. Optimale Regelung
34. Optimierungsmethoden
35. Lineare Systeme
36. Systeme mit verteilten Parametern und Systeme, die durch Differentialgleichungsfolgen beschrieben werden (Hereditary Systems)
37. Adaptive Systeme
38. Schätzung und Identifizierung
39. Diskrete Systeme
40. Differentialspiele
41. Stochastische Systeme

[1]) Die Liste der vollständigen Vortragsthemen ist im Heft 9/1972, S. 308 ff., veröffentlicht.

Besonders nützlich waren auch die auf jeweils 50 Teilnehmer begrenzten 8 Rundtischgespräche, die sich mit folgenden Fragen beschäftigten:

1. IFAC/CAS-Projekt: Technologische Ursachen für Änderungen in der modernen Welt
2. Standardisierung und Terminologie
3. Weiterbildung in Regelungstechnik
4. Systemwissenschaftlicher Aspekt der Ausbildung in Regelungstechnik
5. Bedeutung der Theorie
6. Lineare mehrvariable Theorie
7. Soziale Auswirkungen der Automatisierung
8. Steuerungen im Transportwesen.

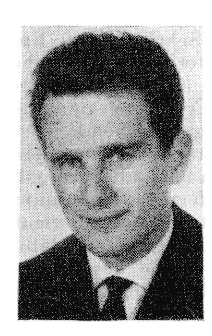
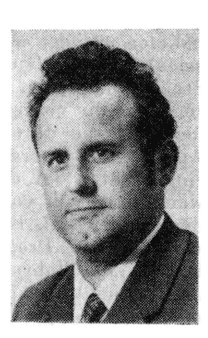
Die Rundtischgespräche begannen mit kurzen Diskussionsbeiträgen einiger Spezialisten.
Es zeigte sich auch bei diesem Kongreß, daß diese Aussprachen im kleinen Kreis außerordentlich nutzbringend sind. Es würde jedoch nützlicher sein, wenn die zusammenfassenden Schlußfolgerungen auch den anderen Teilnehmern des IFAC-Kongresses bekanntgegeben werden.

Eines der beiden Kongreßmottos lautete „Theorie für die praktische Anwendung". Herr Dr. Esser, inwiefern kamen die Vorträge in den beiden Sitzungen über „Allgemeine Anwendungen" diesem Leitgedanken nahe?

In dem Vortrag von *M. Athans* (33.1) wird die Frage kostenoptimaler Meßstrategien bei der Beobachtung stochastisch gestörter linearer Systeme betrachtet. Das Problem wird auf ein Optimalwertregelungsproblem zurückgeführt und führt auf ein modifiziertes Kalman-Filter. Die Arbeit zeigt ein neuartiges und realistisches Herangehen an diese interessante Problemstellung.
In der Arbeit 33.2 zeigt *Fjeld*, daß unter bestimmten Bedingungen eine periodische Regelung eine Verbesserung des gewählten Güteindex ermöglicht.
Die von *Gunchev* (33.3) vorgetragene Arbeit ist in zweierlei Hinsicht von Interesse. Sie ermöglicht den Entwurf suboptimaler Regler von einfachem Aufbau, der nur aus logischen Elementen für Folgen, Produkte und Summen logischer Funktionen besteht. Weiterhin ist dabei eine Unempfindlichkeit des Systems gegenüber Störungen und Variationen der Streckenparameter erreicht worden, wie an einigen Beispielen gezeigt wird. Hierzu scheinen aber noch weitere Untersuchungen notwendig zu sein.
In den Arbeiten 33.4 und 33.5 wird versucht, eine Vereinfachung der Systembehandlung und Beschreibung durch die Einführung zweier unterschiedlicher Zeitskalen für den Ablauf der dynamischen Vorgänge zu erzielen. Dies führt unter Umständen dazu, ein in seiner Ordnung reduziertes System zu erhalten.




Vortragende auf der Informationstagung, die am Interview — das im Heft 2 fortgesetzt wird — teilgenommen haben (v. l. n. r.).
F. Esser, Dr.-Ing., Abteilungsleiter im Zentralinstitut der Metallurgie Berlin
H. Trumpold, Prof. Dr.-Ing., TH Karl-Marx-Stadt, Sektion Fertigungsprozeß und -mittel, Lehrbereich Kontrolltechnik, Dekan der Fakultät für Maschineningenieurwesen, Vorsitzender der DGMA
H. H. Wilfert, Dr. sc. techn., Wissenschaftlicher Abteilungsleiter im Bereich Technische Kybernetik Dresden des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse der Akademie der Wissenschaften der DDR
H. Willem, Dipl.-Ing., VEB KOMBINAT ROBOTRON GFZ, Direktor des Fachgebietes Automatische Produktionssteuerung

F. Esser: Die Möglichkeiten der Regelungstheorie sind heute viel größer als der im Rahmen der Rechneranwendung genutzte Teil. Das führt nun dazu, daß die Theorie neue Anwendungsgebiete sucht. Die Steuerung betriebswirtschaftlicher Systeme ist ein neues Aufgabengebiet. Auf der IFAC-Tagung wurden in zwei weiteren Sitzungen über „Allgemeine Anwendungen" einige Vorträge zusammengestellt, aus denen die Bemühungen hervorgehen, die Theorie auf interessante, neue und erfolgversprechende Anwendungsfälle zu übertragen. Mehrere Arbeiten befaßten sich mit dem Problem der Bestimmung optimaler Kontroll- und Steuerungsstrategien für Prozesse und Prozeßfolgen (z. B. in der Zelluloseindustrie, beim Grubentransport und in chemischen Werken). Durch die Anwendung von Methoden der Systemtheorie wurde in diesen Arbeiten der Versuch unternommen, Entscheidungsprobleme bei der Investitionsplanung, der Auswahl günstiger Produktions- und Kontrollstrategien vorzubereiten. Wie vielgestaltig z. Z. die Anwendungsbreite bzw. das Suchen nach neuen Anwendungsgebieten für die Theorie ist, ging z. B. daraus hervor, daß Vorträge gehalten wurden über die Störungsdiagnose von Anlagen bis hin zur Anwendung der Regelungstheorie zur Steuerung von Fischschwärmen.

Ich möchte an den Komplex über die Theorie anknüpfen: „Optimale Regelung" hieß die Sitzung 33, in der erfahrungsgemäß (seit dem III. IFAC-Kongreß) verschiedene Anwendungsfälle vorgelegt worden sein dürften. Ist das richtig, Herr Dr. Wilfert, oder wurde auch über neue theoretische Erkenntnisse vorgetragen?

H.-H. Wilfert: Während in den letzten 10—12 Jahren große Fortschritte in der Theorie der optimalen Regelung erzielt wurden, besteht in letzter Zeit verstärkt das Bemühen, diese Ergebnisse praktisch anzuwenden, um auch Probleme, die nicht mit Raumfahrt und Flugtechnik zusammenhängen, mit diesen Methoden zu lösen. Entsprechend wurden in den Vorträgen dieser Gruppe kaum neue theoretische Erkenntnisse vorgetragen, sondern verschiedene Anwendungsfälle dargelegt. Dies kommt auch in der Thematik der gehaltenen Vorträge zum Ausdruck.

Bezug nehmend auf die Sitzung „Theorie der Regelung" sprachen Sie hier in Leipzig, daß zur Erlangung praktischer Ergebnisse Vereinfachungen notwendig sind. Waren dazu in Paris Vorträge zu hören, die das bestätigten?

H.-H. Wilfert: Die moderne Regelungstheorie ist durch Begriffe wie Zustandsraumbeschreibung, Zustandsschätzung z. B. durch Kalman-Filter und linearisierte Regelungen nach quadratischen Optimierungskriterien gekennzeichnet. Ungeachtet ihres hohen theoretischen Standes ergeben sich Schwierigkeiten bei ihrer Anwendung auf praktische Aufgaben. Sie bestehen in den Problemen der möglichen technischen Realisierung der erhaltenen Algorithmen und dabei besonders im hohen Rechneraufwand und im Problem der großen Dimensionen der zu behandelnden Matrizen.
Zur Erlangung praktischer Ergebnisse sind daher Vereinfachungen notwendig. In diesem Zusammenhang sind besonders die Arbeiten von *Mayne* (29.1) und von *Davison* (29.2) von Interesse. Der Vortrag von *Mayne* zeigt die in letzter Zeit zunehmende Tendenz, die Möglichkeiten der Zustandsraumbeschreibung und der klassischen Frequenzgangbeschreibungen zu verbinden, um die Vorteile beider Beschreibungsmöglichkeiten zu kombinieren. Diese Betrachtungen gehen auf Arbeiten von *Rosenbrock* und *McFarlane* zurück. Die Arbeit von *Mayne* zeigt dabei Fortschritte in Richtung einfacherer Berechnungsmethoden für mehrvariable linearisierbare Regelungssysteme.
E. J. Davison (29. 2.) legte eine Methode vor, die es erlaubt, große lineare zeitinvariante mehrvariable Regelungssysteme zu entwerfen, wenn nicht alle Zustandsvariablen meßbar sind. Dabei liegt die Zahl der Zustandsgrößen in der Größenordnung von $n = 100$. Es wird die Kopplung zwischen den einzelnen Kreisen berücksichtigt, und da nicht alle Zustandsgrößen für die Regelung erforderlich sind, werden einige Probleme vermieden, die bei der Anwendung verschiedener moderner Regelungsmethoden auftreten. Diese Arbeit ist somit von großer praktischer Bedeutung.

Auf dem Kongreß wurden mehrere neue Programmiersprachen vorgestellt. Was können Sie, Herr Willem, ergänzend zu ihren Ausführungen hier in Leipzig dazu sagen?

H. Willem: Es zeichnen sich gegenwärtig 3 Hauptrichtungen in der Entwicklung von Programmiersprachen und Programmsystemen ab:

1. Allgemeingültige Programmiersprachen für Aufgaben der Prozeßüberwachung und -steuerung
2. Programmpakete für die wichtigsten Aufgaben der Prozeßüberwachung und -steuerung
3. Spezielle Sprachen zur Simulation für die Untersuchung komplexer Steuerungssysteme.

Bei den allgemeingültigen Programmiersprachen gibt es 2 Richtungen, die sich in der Basissprache unterscheiden. Von einer westeuropäischen Gruppe, vertreten durch führende Rechnerfirmen und einschlägige Hochschulforschungsgruppen, wird eine von der Rechnerstruktur unabhängige Programmiersprache auf Basis FORTRAN und PL/1 und Aufnahme spezieller Elemente der Prozeßsteuerung entwickelt. Mit dieser Sprache soll das rechnertypunabhängige Arbeiten erreicht werden. Jede Sprache mit höherer Problemorientierung erfordert aber einen größeren Speicheraufwand und ist gegenüber einer maschinenorientierten Sprache in der Abarbeitung uneffektiver. Deshalb wird in breitem Umfang die Entwicklung problemorientierter Sprachen auf Assemblerbasis betrieben, die eindeutig maschinentypbezogen sind und keine universelle Nutzung sicherstellen.

Die Rolle vorgefertigter Programmpakete wurde zum IFAC-Kongreß stark diskutiert. Die Verwendung von Programmpaketen war der erste Schritt für die Entwicklung problemorientierter Systemunterlagen. Es haben sich zunehmend Standardaufgaben für die Prozeßsteuerung herauskristallisiert, für die vorgefertigte Programmpakete erarbeitet wurden und die durch entsprechende Generierung zu einem Applikationsprogrammsystem verbunden werden. Es wurde eingeschätzt, daß etwa 95% aller Aufgaben der Prozeßüberwachung durch vorgefertigte Programmpakete erfaßt werden können. Als Fazit für problemorientierte Programmiersprachen bzw. Programmiersysteme läßt sich auf Grund der bisherigen Erfahrungen und des Standes der Entwicklung allgemeingültiger problemorientierter Sprachen sagen, daß nach wie vor problemorientierte Systemunterlagen auf der Basis von Assemblersprachen einen breiten Raum einnehmen werden.

Die Bereitstellung einer rechnertypunabhängigen allgemeingültigen problemorientierten Programmiersprache setzt voraus, daß die Echtzeitorganisation vom Maschinentyp her gewisse Standardlösungen berücksichtigt; das ist gegenwärtig nicht gegeben. Die andere Seite ist, daß die Entwicklung dieser Sprachen erst in etwa 3 bis 4 Jahren für die breite praktische Nutzung reif ist.

Die Verwendung von Simulationssprachen für die Vorbereitung und Algorithmierung komplexer Prozesse und Automatisierungssysteme gewinnt zunehmend an Bedeutung. Unter anderem wurde das CAD-System (Computer Aided Design) vorgestellt. Dieses System ist für Problemlösungen der Prozeßsteuerung bestimmt. Es sollen damit Aufgaben

— der Identifizierung
— der Konstruktion von Modellen und
— Stabilitäts- und Empfindlichkeitsprobleme

leicht gelöst werden können. In diesem Zusammenhang möchte ich auf das Simulationssystem „JUS GIFS" hinweisen. Dieses Simulationssystem wurde zum IFIP-Kongreß 1971 vorgestellt.

Kennzeichnend für alle Simulationssysteme ist, daß sie einen relativ leistungsfähigen Rechner mit großer Speicherkapazität zur Grundlage haben.

„Prozeßkomponenten und Systeme" lautete der Titel zweier Sitzungen innerhalb der Themengruppe „Bauelemente". Welche Ursachen wurden hier u. a. für die Schwierigkeiten bei der Rechneranwendung zur Steuerung technologischer Prozesse angeführt?

H. Willem: Voranstellen möchte ich, daß der Einsatz eines Prozeßrechners in einem modernen Automatisierungssystem außer Zweifel steht, und bei allen Vorträgen wurde auch vom Einsatz eines Rechners ausgegangen. Als Schwierigkeiten für die Rechneranwendungen haben sich 3 Probleme herauskristallisiert:

1. Wirtschaftliche Probleme
2. Technische Probleme
3. Menschliche Probleme.

Unter diesen Problemen wurde das menschliche als sehr entscheidend hingestellt. Es drückt sich darin aus, daß die Rechnerentwickler die Probleme sowie das Herangehen der Automatisierungsingenieure ungenügend berücksichtigen und daß die Anlagenbediener durch nicht ausreichende Qualifikation bei Havarien dem Steuerungssystem gegenüber sich machtlos fühlen. Zusammengefaßt: ungenügende Vorbereitung des Menschen für die neue Technik, und diese Vorbereitung wird noch erschwert durch die vielfältigen Systeme, wie sie auf dem westlichen Markt erscheinen und zum Einsatz kommen.

Die technischen Probleme bestehen einmal darin, daß die verschiedensten Prozeßrechner in den Projekten zu realisieren sind. Jeder Systemlieferant gibt seine eigene Lösung an und behauptet, sie sei die günstigste. Die Anpassung des Systems an den spezifischen Einsatzfall bereitet in der Regel große Schwierigkeiten, und der Anwender ist immer wieder erstaunt über den Aufwand. Die andere Seite ist, daß die von den Rechnerfirmen proklamierten Verfügbarkeiten im allgemeinen zwar sehr hoch sind, jedoch nur für die Zentraleinheit gelten. Das gesamte Steuerungssystem besteht aber aus wesentlich mehr Geräten.

Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit werden vom Rechnersystem zunehmend Aufgaben der konventionellen Geräte übernommen. Dabei tritt das Problem einer zusätzlichen Notausrüstung auf. Da die Rechnersysteme unterschiedlich in der Struktur, Anschlußbildgestaltung und auch in den Systemunterlagen sind, ergeben sich auch für die Notausrüstung sehr unterschiedliche Lösungen, was letztlich zu einem höheren Aufwand führt und auch Schwierigkeiten bei der Beherrschung des Gesamtsystems zur Folge hat. Neben den Aufwendungen für die Anschaffung der Gerätetechnik sind hohe Kosten für die Einsatzvorbereitung und für die Programmerarbeitung und ständige Ergänzung notwendig.

Der größte Teil der durch den Rechnerhersteller vorgeschlagenen und entwickelten Systemunterlagen erscheint dem Anwender sehr kompliziert und in der Regel unverständlich, so daß im Endeffekt die Aufwendungen für die Vorbereitung und Anwendung der Rechner im allgemeinen unterschätzt wurden. Es fehlt an effektiven Dialogsystemen Mensch — Maschine, die für die Belange eines Anlagenfahrers zugeschnitten sind.

Die als Beispiel aufgeführten Schwierigkeiten haben u. a. dazu geführt, daß sich die Anwendung der Prozeßrechentechnik nicht so schnell entwickelt hat, wie ursprünglich eingeschätzt wurde.

Wie schätzen Sie, Herr Dr. Wilfert, anhand der Vorträge den Entwicklungsstand auf dem Gebiet der Energieübertragung und -steuerung ein?

H.-H. Wilfert: Aus den zu dieser Thematik gehaltenen Vorträgen lassen sich folgende Entwicklungstendenzen ableiten:

1. Der Einsatz von Echtzeitrechnern in den großen Dispatcherzentren der Verbundnetze ist zumindest als Entscheidungs- und Auswertehilfe für den Dispatcher erfolgreich möglich. Der Rechner kann dabei zur Sicherheitskontrolle, zur schnellen und fortlaufenden Interpretation der einlaufenden telemetrischen Daten, zur Simulation des Systemverhaltens gegenüber geplanten Maßnahmen oder unvorhergesehenen Ereignissen und, allerdings in beschränktem Maße, zur Optimierung und Vorhersage verwendet werden (Vortrag 7.1).
2. Die Verbundnetze werden in zunehmendem Maße als hierarchische Systeme zur Regelung der Spannungen und Blind- und Wirkleistungen betrachtet, wobei neben Zentralrechnern regionale Prozeßrechner und Kleinrechner für die einzelnen Stationen eingesetzt werden (Vortrag 7.5, 7.4).
3. Durch den Einsatz der Rechner wird es möglich, verschiedene moderne Regelungsmethoden und Identifikationsverfahren praktisch in Kraftwerken und in den Übertragungsnetzen anzuwenden. Wenn auch heute noch statische Optimierungen und Bestimmungen der statischen Systemzustände vorherrschend sind, besteht jedoch die echte Chance, auch die Probleme der dynamischen Optimierung und Zustandsbestimmung schrittweise zu lösen (Vortrag 7.3, 7.5).
4. Die Probleme der Gleichstromhöchstspannungsübertragung führen zu neuen Regelungsaufgaben, die sorgfältig untersucht werden müssen (Vortrag 7.2).
5. Ein Hauptproblem bei allen Versuchen, moderne Regelungsmethoden anzuwenden, ist und bleibt die Aufstellung genügend informativer dynamischer Prozeßmodelle.

msr 4542

(Die Veröffentlichung des Interviews wird im Heft 2 fortgesetzt.)



Besonderheiten des SI-Systems und der Realisierung von Normalen

INSYMET 72

Bericht vom internationalen IMEKO-Symposium über Metrologie

In der Zeit vom 5. bis 8. September 1972 fand in Bratislava/ČSSR auf Einladung des Tschechoslowakischen Instituts für Metrologie CSMU und des Hauses der Technik der CSVTS, beide Bratislava, das internationale IMEKO-Symposium über Metrologie — INSYMET 72 — statt. Etwa 140 Teilnehmer aus 12 Ländern hörten 32 Vorträge hauptsächlich zu Besonderheiten des SI-Systems[1]) (4 Vorträge) sowie zur Realisierung und Überprüfung von Normalen (17). Weitere Beiträge beschäftigten sich mit der Klassifikation und Optimierung von Meßvorgängen (3) sowie Problemen der industriellen Metrologie (2).
Aus der DDR beteiligten sich 6 Referenten aktiv am Vortragsprogramm (*K. Schmidt*, *M. Bannert*, *W. Bemme*, *H. Pieles*, DAMW Berlin; *E.-G. Woschni*, TH Karl-Marx-Stadt, *D. Hofmann*, Friedrich-Schiller-Universität Jena). Insgesamt 27 Volltexte der Vorträge liegen gedruckt vor und können über die Redaktion msr ausgeliehen werden.
Die Mehrzahl der Beiträge beschäftigte sich mit theoretischen Erwägungen auf relativ hoher Abstraktionsebene oder mit technischen Problemen geringer Allgemeingültigkeit. Die Erfahrungsaustausche erfolgten im wesentlichen in Einzelgesprächen.
Die INSYMET 72 ist als eine erste Selbstverständigung über zukünftige Aufgaben, Ziele und Organisationsformen dieses Subkomitees aufzufassen. Der Anfang ist erfolgversprechend. Das Bedürfnis nach einem Subkomitee der IMEKO, das sich im internationalen Maßstab mit Problemen der Metrologie beschäftigt, ist unübersehbar. Das zweite Symposium INSYMET 74 soll nächstes Jahr wiederum in der ČSSR stattfinden und die Sektionen „Probleme des Übergangs zum SI-System", „Neue Normale", „Erhöhung der Genauigkeit von Meßmethoden und Meßsystemen" sowie „Allgemeine Probleme der Metrologie" umfassen. Es ist zu wünschen und zu erwarten, daß dann moderne Probleme von Metrologen zahlreicher Industriestaaten allgemeingültig vorgetragen und praxisnah diskutiert werden. Der vom Veranstalter geschaffene gute äußere Rahmen hätte dazu bereits 1972 alle Voraussetzungen geboten.

msr 4523 *D. Hofman*

[1]) SI System International d'Unités.

Praktische Erfahrungen im Mittelpunkt

Bericht über die dritte Fachtagung „Industrielle Automatisierung"

Der Fachverband Elektrotechnik der Kammer der Technik und die Sektion Automatisierungstechnik der Technischen Hochschule Karl-Marx-Stadt (Dir.: Prof. Dr. sc. techn. *P.-K. Budig*) führten vom 26. bis 28. September 1972 die dritte Fachtagung „Industrielle Automatisierung" durch. Die regelmäßig mit wechselnder Thematik stattfindende Fachtagung beschäftigte sich 1972 vor allem mit Problemen der Prozeßrechentechnik und Prozeßautomatisierung. Wie Pausengespräche und die lebhaft geführten Diskussionen bewiesen, fand die Thematik bei den 120 Teilnehmern starkes Interesse.
In drei Komplexen wurden neben 3 Übersichtsvorträgen 23 Kurzvorträge gehalten. Es wurden nicht nur theoretische Erkenntnisse bekannt gemacht, sondern auch praktische Ergebnisse und Erfahrungen, die, ausgehend von der mathematischen Theorie, Entwicklungstrends und praktische ingenieurtechnische Anwendungen zeigten.
Es ist vorgesehen, die Vorträge in Form von Informationsartikeln in dieser Zeitschrift zu veröffentlichen.

1. Vortragskomplex: Identifikation und Modellbildung

Prof. *M. Peschel* eröffnete diesen Komplex mit einem Übersichtsvortrag von Problemen, die im Zusammenhang mit der Modellbildung von Prozessen stehen. Er zeigte Strategien zur Modellbildung auf, behandelte sie als Problem der Polyoptimierung und stellte sie als einen Kompromiß von Theorie und ingenieurmäßiger Intuition für eine effektive Modellbildung dar.
Die weiteren Beiträge behandelten Probleme der Identifizierung stetiger Systeme mit Hilfe von Abtastrelaisregelkreisen (das unbekannte Glied wird zu einem Regelkreis mit Relais erweitert) und der Modellierung und Optimalsteuerung eines diskontinuierlichen Verarbeitungsprozesses (heuristischer Lösungsalgorithmus).
Ein etwas außerhalb der Thematik des ersten Komplexes stehender Beitrag beschäftigte sich mit adaptischen Meßgrößenwandlern, die bestimmte Operationen der Datenverdichtung „vor Ort" durchführen und somit den Prozeßrechner entlasten.

2. Vortragskomplex: Verfahren zur Steuerung

Die Thematik dieses Komplexes beschäftigte sich in einer ersten Vortragsreihe mit Problemen der rechnergestützten Projektierung eines Entwicklungsbetriebes für elektronische Anlagen und in einer zweiten Vortragsreihe mit Problemen des Werkzeugmaschinenbaues.
Mit dem Übersichtsvortrag „Rationalisierung in Forschung und Entwicklung durch Rechnereinsatz" eröffnete Prof. *A. Sydow* den Komplex. Er gab eine Analyse der derzeitigen Möglichkeiten zur Rationalisierung des Literaturstudiums, der Entwicklung und der Realisierung von Fertigungsunterlagen auf den Rechnern R 300, ODRA 1013 bzw. ODRA 1204 und IBM 360/40.

Die folgenden Kurzvorträge stellen die erzielten Ergebnisse in Form von Algorithmen dar:

— Berechnung des Gleich-, Wechsel- und Zeitverhaltens elektrischer Netzwerke (Programm ECAP),
— Erfahrungen mit Programmen zur digitalen Simulation analoger Systeme (Sprache CSMP),
— Entwurf binärer Steuersignalgeber (Beschreibung durch autonome Automaten)
— Untersuchung und Ergänzung intuitiv entworfener Schaltungen bezüglich der Toleranzen und Schaltverzögerungen der Bausteine, der Signalflankensteilheit und des Störverhaltens,
— Rechnergestützte Kapazitätsplanung (Auswahl einer optimalen Maschinenbelegungsreihenfolge Sprache MOST)
— Leitplattenherstellung (Druckstockherstellung, Bohren der Platten, Placierung der Bauelemente, Trassierung auf der Platte).

Die zweite Vortragsreihe dieses Komplexes beinhaltete Probleme der Programmierung bei direkter Steuerung der Werkzeugmaschine sowie der Kennzeichnung von Grenzen zwischen Führungsrechnern und NC-Steuerungen.

3. Vortragskomplex: Rechnergestützte Prozesse/Systemkonzeption

Prof. *W. Fritzsch* leitete diesen Komplex mit dem Übersichtsvortrag „Prozeßrechner zur Steuerung kontinuierlicher und diskontinuierlicher Prozesse (Stand der Geräte- und Anwendertechnik)" ein.

Interessant waren die Bemerkungen zu dem trotz zahlreicher Anwendungen unter den Erwartungen bleibenden Einsatz der Prozeßrechner.

Aufgaben und Methoden der Optimierung von Zuverlässigkeitskenngrößen. Von *F. I. Kuz'min.* Moskau: Sovetskoe radio 1972. 224 Seiten, 38 Bilder, 34 Tafeln, 0,57 Rbl.

Gegenwärtig ist die optimale Gestaltung der Hilfsprozesse von außerordentlicher Bedeutung für die Effektivität komplizierter Systeme insgesamt. Ein wesentliches Problem dabei ist die Steuerung von Ressourcen bei besonderer Berücksichtigung der Zuverlässigkeitsprobleme. Die Monographie ist der Gewährleistung und Optimierung der Zuverlässigkeit gewidmet. Das enthält sowohl die Optimierung der Zuverlässigkeitskenngrößen bei vorgegebenem Aufwand als auch die Gewährleistung der vorgegebenen Zuverlässigkeitskenngrößen bei minimalem Aufwand.

Nach einer Auswahl der Zuverlässigkeitskenngrößen für unterschiedliche Systemstrukturen werden Methoden zur Schätzung der Zuverlässigkeitskenngrößen mit vorgegebener Genauigkeit und Signifikanz sowie ihre Kontrolle behandelt. Dabei untersucht der Autor insbesondere mehrstufige Kontrollverfahren auf der Grundlage der Auswertung der a priori Information. Von besonderem Interesse ist die Begründung optimaler Anforderungen an die Zuverlässigkeit, so die ökonomisch begründete optimale Forderung an Ausfallfreiheit und Reparaturfähigkeit sowie die optimale Verteilung der Zuverlässigkeitsforderungen auf die Elemente komplizierter Systeme.
In den weiteren Kapiteln werden die Fragen der Zuverlässigkeit in den Phasen Entwicklung, Projektierung, Konstruktion, Herstellung, Kontrolle, Inbetriebnahme untersucht. Abschließend betrachtet der Autor einige Probleme bei der optimalen Versuchsplanung zur Stichprobenermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen, wie optimaler Stichprobenumfang, minimale Dispersion des Stichprobenmittelwertes.

B 621 *H. Peters*

Über die Laser und ihre Anwendung (Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Band 110, H. 1). Von *P. Görlich.* Berlin: Akademie-Verlag 1972. 24 Seiten, 2,30 M.

Skizziert werden zunächst physikalische Eigenschaften von Lasern, Möglichkeiten ihrer Produktion und Anwendung. Auf Grund des Vorhandenseins von Lasern entwickelte sich die nichtlineare Optik und die Holographie, bei der das Photomaterial nur mit kohärenten Wellen belichtet wird. Von den Anwendungsmöglichkeiten seien hier die in der Präzisionsmeßtechnik, der Datenverarbeitung, der Mikroelektronik und der Nachrichtentechnik hervorgehoben. Die vorliegende Schrift gibt denen, die im Rahmen der Automatisierung die Heranziehung neuer physikalischer Effekte verfolgen, einen klaren, schönen und sehr gut lesbaren Überblick.

B 619 *H. Kindler*

Anleitung zur Software-Dokumentation. Von *Dorothy A. Walsh.* Übersetzung aus dem Englischen. München: Carl Hanser Verlag 1972. 160 Seiten, 22,50 M.

In dem Buch wird erstmals eine detaillierte Anleitung zur Abfassung standardisierter Dokumentationen von Systemunterlagen gegeben. Begründet wird die Notwendigkeit zum Aufbau von Dokumentationsmodellen mit der Forderung nach klarer, zeitgerechter und gut lesbarer Information über Systemunterlagen. Dokumentationsmodelle werden als Lösung des Problems verstanden, verschiedensten Leser- und Benutzergruppen von Systemunterlagen infolge der rasch fortschreitenden Entwicklung des Quellenmaterials entsprechende Informationen aufbereitet zugänglich zu machen.

Die vorgelegten 14 Dokumentationsmodelle verstehen sich als Versuch einer Antwort auf die behandelten Probleme. Jedes Dokumentationsmodell ist dabei in die vier Abschnitte Vorwort, Inhaltsverzeichnis, Gebrauchsanleitung und Stichwortverzeichnis gegliedert. Ausführlich werden in einem allgemeinen Abschnitt diese vier Komplexe erläutert.

Die wichtigsten in dem Buch ausgewiesenen Lesergruppen für Programmbeschreibungen sind Chefprogrammierer, System- und Verkaufsingenieure, Operatoren und Arbeitsvorbereiter. Damit ist gleichzeitig der Leserkreis skizziert, für den das in einem flüssigen und klaren Stil geschriebene, leider eine sehr große Zahl ortographischer Fehler enthaltene Buch zu empfehlen ist.

B 608 *K.-J. Behne*

Programmiersprachen (Übersetzung aus dem Engl.). Von *B. Highmann.* München: Carl Hanser Verlag 1972. 240 Seiten, 18,— DM.

In dem Buch (Erstauflage London 1967) wird ein Überblick über die Methoden und über die Ergebnisse von Untersuchungen über Programmiersprachen gegeben, wobei die Prinzipien für die Konstruktion, die syntaktische Beschreibung der Spracheinheiten und die Beschreibung der Semantik die zentralen Probleme darstellen. Im ersten Teil des Buches klärt der Autor wichtige Begriffe (z. B. den Begriff Rekursion), dabei werden zur Veranschaulichung auch umgangssprachliche Sätze herangezogen.

Dem Autor geht es darum, die Konzeption zu beschreiben, die einer Sprache oder die Sprachelementen zugrunde liegt, so z. B. die polnische Notation und die Theorie der Namen. An einen Überblick über die formale Struktur der Sprachen (formale Grammatik und formale Semantik) schließen sich Illustrationen an, wobei die Programmiersprachen AUTOCODE, FORTRAN, COBOL, ALGOL 60, CPL, PL/1 und IPL-V überwiegend herangezogen werden. Es werden Spracheinheiten verglichen und kritisch diskutiert. Den Abschluß bildet ein Ausblick auf spezielle Sprachen, auf Entwicklungstendenzen und auf algorithmische Theorien. Das Lesen des Buches erfordert gründliche Kenntnis mindestens einer Programmiersprache.

B 600 *G. Paulin*

Regelungstechnik. (Einführung in die Methoden und ihre Anwendung). Von *O. Föllinger.* Westberlin: Elitera-Verlag 1972. 332 Seiten, 425 Bilder, 21 Tafeln, 54,— DM.

Das im Untertitel genannte Anliegen läßt sich in der Folge der Kapitel erkennen; nach der Darstellung von Grund-

---

Die weiteren Vorträge stellten Anwendungsfälle

— im Verkehrswesen (optimale Zugfolgeregelung — Maximumprinzip von *Pontrjagin*),
— bei der Post (Fernsprechvermittlung),
— im Werkzeugmaschinenbau (Belegungsoptimierung eines Bearbeitungszentrums),
— in der metallurgischen Industrie (technisch-ökonomischer Nachweis, praktische Erfahrungen, Verfügbarkeit).

dar.

Die folgende Vortragsfolge beinhaltete Automatisierungsprobleme der metallverarbeitenden Industrie:

— Modellierung von Abspanvorgängen mittels Simulation auf einem Rechner,
— Einsatz eines größeren Prozeßrechners in der Klein- und Mittelserienfertigung der metallverarbeitenden Industrie,
— Vorstellung eines Steueralgorithmus zur Ausgabe von Transportaufträgen für Werkstücke in flexiblen diskontinuierlichen Systemen der metallverarbeitenden Industrie.

msr 4586 *W. Schubert*

begriffen werden im 2. Kapitel, „Aufstellung der Systemgleichungen", Beispiele verwendet, auf die später immer wieder zurückgegriffen wird. Die Kapitel 3 und 4, „Eigenschaften linearer Übertragungsglieder" — „Stabilität und Frequenzgang" bereiten die weitere Behandlung auf der Basis der Übertragungsfunktion vor. Die entsprechenden Verfahren stellen die Kapitel 5 (Frequenzkennlinien), 8 (Wurzelortverfahren) und 10 (Mehrfachregelung) dar. Das 6. Kapitel behandelt die dynamische Korrektur mit Hilfe der Frequenzkennlinien und wird durch Anwendungsbeispiele (7.) ergänzt, während das 9. Kapitel sich mit der digitalen Berechnung des Wurzelortes anhand von Beispielen befaßt. Kapitel 11 bringt ein Anwendungsbeispiel für die Zweifachregelung. Im Kapitel 12 werden „Zustandsvariablen", Zustandsgleichungen, Transformation und Entwurf behandelt. Das 13. Kapitel stellt die Anwendung der Zustandsvariablen vor allem in der Verbindung zu Übergangsvorgängen und Frequenzkennlinien dar, während im 14. Kapitel ein Beispiel behandelt wird. Im 15. Kapitel ist der erforderliche mathematische Anhang zu finden.

Die Beschränkung auf lineare, zeitinvariante Systeme mit konzentrierten Parametern und deterministische Eingangsgrößen erlaubt die Zusammenfassung bewährter Methoden und Verfahren in einem Band. Besonders günstig ist die durchgängige Kopplung an charakteristische praktische Beispiele für die Anwendung und die kommentierte Durchrechnung. Dem Anfänger dürfte das Eindringen in dieses Werk etwas schwierig werden, da einige Übungen und Erfahrungen doch vorausgesetzt werden müssen und auch verschiedene Bezeichnungen und Symbole nicht mit TGL- bzw. DIN-Vorschriften übereinstimmen. Für den Praktiker dagegen kann im Sinne des Untertitels das Erscheinen dieses handlichen, gut gegliederten und anwendungsbezogenen Buches — auch als Nachschlagewerk — nur begrüßt werden.

B 623 *G. Kunack*

Progress of Cybernetics (Fortschritt der Kybernetik). Berichtwerk über den I. Internationalen Kongreß über Kybernetik, London 1969 (in englisch), Band 1 bis 3. Herausgeber: *J. Rose.* London/New York/Paris: Gordon and Breach Sciens Publishers 1970.

Das Berichtwerk enthält über 100 Vorträge von international bekannten Wissenschaftlern aus 18 Ländern (Komiteemitglieder *W. R. Ashby*, *S. Beer*, *V. M. Gluskov*, *W. G. Walter* u. a.). Plenum und 7 Sektionen umfassen nahezu alle Aspekte der Kybernetik, so daß dieser Kongreß einen Meilenstein in der modernen Kybernetik markiert. Band 1 (521 Seiten) umfaßt neben Plenarvorträgen die Sektion 1: Standort der Kybernetik (Definition und Philosophie) und die Sektion 2: Neuro- und Biokybernetik. Band 2 enthält Sektion 3: Kybernetik und Industrie (Automation), Sektion 4: Soziale und ökonomische Konsequenzen (einschließlich Organisationswissenschaft), Sektion 5: Kybernetik und Kunstprodukte. Im Band 3 sind Sektion 6: Kybernetik und Naturwissenschaft sowie Sektion 7: Kybernetik und Gesellschaftswissenschaft abgedruckt.

Band 1, Gegenstand dieser Rezension, behandelt mit 41 Beiträgen bereits eine breite Palette. In 8 Plenarvorträgen wird versucht, eine Standortbestimmung zu geben auf Gebieten wie künstliche Intelligenz, Fragen des Verhaltens und Erkennens, Kybernetik und Medizin einschließlich Möglichkeiten zur automatischen Diagnose, Informationsflüsse in Koordinationssystemen und kybernetische Probleme der Organisation (insbesondere in der Industrie), Automatisierungsmöglichkeiten in der naturwissenschaftlichen Forschung.

Die Sektion zur Neuro- und Biokybernetik wurde mit 22 Vorträgen, u. a. auch aus der UdSSR, ČSSR, der Ungarischen VR, der SR Rumänien und SFR Jugoslawien, stark beachtet.

Die Darstellungen sind nicht durch spröde Formelsätze belastet, und daher werden die Beiträge auch in breiterer Form auswertbar. Selbst wenn das Spektrum für einen einzelnen Leser kaum noch beherrschbar ist, so dürfte der Wert dieser Bände auch gerade in der Breite und Übersicht liegen.

B 617 *W. Kriesel*

Verdienstvoller Wissenschaftler (IV)



J. von Neumann
(1903 bis 1957)

John (Johann) von Neumann, in Budapest geboren, war einer der hervorragendsten und universellsten Wissenschaftler unseres Jahrhunderts. Wie er einmal selbst sagte, war es sein Vater — ein wohlhabender Bankier —, der ihm den Gedanken eingab, die Laufbahn eines Wissenschaftlers einzuschlagen. Mit 13 Jahren begann *Johann*, sich für die Mathematik zu interessieren. Er las aber auch sehr gern Bücher zu historischen Themen. Die Grund- und die Oberschule besuchte er in Budapest. Von 1921 bis 1923 studierte *J. v. Neumann* an der Berliner Humboldt-Universität und belegte dabei auch Chemievorlesungen. Anschließend zog er nach Zürich, wo er die Technische Hochschule besuchte, an der *Herrmann Weyl* Mathematikvorlesungen hielt. Bereits 2 Jahre später beendete er diese Hochschule als Chemieingenieur. Zur gleichen Zeit veröffentlichte er eine interessante mathematische Arbeit zur axiomatischen Mengentheorie, für die ihm ein Jahr später die Universität Budapest den Doktorgrad verlieh. Damit trat er als Privatdozent an der Humboldt-Universität ein und konnte gleichzeitig seinen neuen Interessen nachgehen, die auf dem Gebiet der Quantentheorie lagen. Darüber schrieb er einige Artikel und die Monographie „Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik" (1932). Zwischen seinen Untersuchungen zur mathematischen Logik und seinen ersten Veröffentlichungen aus der Physik veröffentlichte er 1928 in Göttingen seine erste grundlegende Arbeit über die Spieltheorie mit dem Titel „Zur Theorie der Gesellschaftsspiele".

Die ungewöhnliche Frische, Originalität und Tiefe seines wissenschaftlichen Denkens sind bewundernswert. Mengentheorie, Funktionalanalyse, Quantenmechanik, statistische Physik, mathematische Logik, Automatentheorie, politische Ökonomie, Soziologie, Rechentechnik usw., alle diese Gebiete bereicherte er mit seinen Arbeiten und schlug für sie neue Wege ein. Er war der Schöpfer einer neuen Wissenschaft — der Spieltheorie. Der Einfluß *J. von Neumann's* auf die Entwicklung des modernen wissenschaftlichen Weltbildes ist gewaltig.
Im Jahre 1930 wanderte er mit seinen Brüdern und seiner Mutter (Vater bereits verstorben) nach den USA aus und ließ sich in Princeton, New Jersey, nieder. 1938 schloß *J. von Neumann* seine zweite Ehe mit *Klara Dann*, eine Budapesterin.
Von 1930 bis 1933 war *J. von Neumann* Professor der Universität Princeton. Im Jahre 1933 wurde er ordentliches Mitglied des Instituts für höhere Forschungen (Institute for Advanced Studies). Mitte der vierziger Jahre entwickelte er den ersten elektronischen Digitalrechner. Während des Krieges beteiligte er sich aktiv an den Arbeiten, die Hitlerdeutschland bei der Schaffung der Atomwaffe zuvorkommen sollen.
Im Jahre 1944 veröffentlichte er zusammen mit *O. Morgenstern* die erste fundamentale und systematische Untersuchung zur Spieltheorie „Spieltheorie und ökonomisches Verhalten". Zwölf Jahre später erschien sein Buch mit dem Titel „Wahrscheinlichkeitslogik und die Synthese zuverlässiger Organismen aus unzuverlässigen Elementen", das eine neue Entwicklung in der Kybernetik einleitete.
Eine der tiefsten wissenschaftlichen Erkenntnisse, die wir ihm verdanken, ist der Beweis des berühmten Theorems über die Fähigkeit hinreichend komplizierter Automaten zur Selbstreproduktion und zur Synthese komplizierter Automaten. msr 4337

Aus „Grundzüge der Kybernetik" von *J. A. Lerner*, erschienen im VEB Verlag Technik Berlin.

Auslands-Literaturschau [1)]

4.0 **Allgemeines über Regel- und Steuereinrichtungen und ihre Bauglieder**

[127] *József, I., J. Urbán:* 4.0.0
MMG Automatisierungsberichte: Die Familie von Automatisierungselementen ROTAREG. (in ungar.). 0, 13, 0, 4. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 10, S. 393–400.

[128] *Strunk, R. D.:* 4.0.2.0
Frequency response of fluid lines with nonlinear boudary conditions. 12, 0, 0, 10. Transactions of the ASME Journal of Basic Engineering **93** (1971), Serie D, Nr. 3, S. 365–372.

[129] *Pethö, M.:* 4.0.2.1
Die Entwicklung der hydraulischen Elemente und Systeme in der Zentralen Werkzeug- und Vorrichtungsfabrik DANUVIA. (in ungar.). 0, 1, 0, 0. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 9, S. 354–357.

[130] *Zagorodnjuk, V. T.; R. D. Bachvalova:*
Untersuchung von elektrohydraulischen Folgesystemen am Analogrechner. (in russ.). 2, 2, 0, 3. Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 3, S. 326–330.

[131] *Boros, A., Zs. Marton:* 4.0.2.2
Die modularen Grundelemente und einige Peripherie-Elemente des im Forschungsinstitut für Automatisierung entwickelten Fluid-Logik Systems. (in ungar.). 6, 14, 0, 1. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 9, S. 338–343.

[132] *Helm, L.:*
Fluid-Fühler. (in ungar.). 15, 18, 0, 12. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 9, S. 329–337.

[133] *Lesiak, J.; A. Zelczak; J. Janicki:*
Mathematical method of seeking for the shapes of flow elements in measuring head of a pneumatic sensing element of an extended measuring range. (in poln.). 0, 3, 1, 1. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 4, S. 153–155.

[134] *Marton, J.:*
Die Auswertung der Lösungsmöglichkeiten der Differentialgleichungen zur Beschreibung von parallelen, durch Planplatten begrenzten turbulenten Strahlströmungen. (in ungar.). 19, 1, 1, 0. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 9, S. 344–348.

[135] *Michalowicz, K.; K. Górczyńska; M. Ciborowski:*
Set of pneumatic fluidic elements constructed in the Applied Cybernetics Institute of PAN. (in poln.). 9, 2, 3, 4. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 3, S. 125–128.

[136] *Proniewicz, A.:*
Step response of aclosed rigid pneumatic cascade. (in poln.). 3, 1, 0, 13. Archiwum Automatyki i Telemechaniki **16** (1971) H. 4, S. 455–478.

[137] *Szücs, A.:*
Pneumatisches Magnetventil. (in ungar.). 0, 5, 0, 4. Mérés és Automatika **19** (1971) H. 9, S. 349–353.

[138] *Ebert, K.:* 4.0.5.0
Die mittels tschechoslowakischen Hybridsystems MEDA 41 TC-RIP 1000 gelösten Grundhybridaufgaben. 7, 5, 5, 0. (in tschech.). Automatizace **14** (1971) H. 12, S. 315–321.

[139] *Lazidi, Ch. Ch.; V. D. Chomjak:* 4.0.5.0
Some peculiarities of designing unilateral storage devices of controlling computers. (in ukrain.). 2, 3, 0, 0. Avtomatika **16** (1971) H. 6, S. 60–64.

[140] *Bezvikonnyj, A. A.:*
Berechnung typischer Charakteristiken astatischer Systeme am Analogrechner. 3, 2, 1, 0. (in russ.). Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 1, S. 92–94.

[141] – 4.0.5.2
Kompletter Rechner in einem Kristall. 0, 1, 0, 0. automatik **17** (1972) H. 1, S. 19.

[142] *Huber, R., Sell, D.:* 4.0.5.4
Automatisierung der Verwiegung mittels Computer. 0, 8, 0, 0. automatik **17** (1972) H. 2, S. 43–47.

[143] *Vámos, T.:*
Errungenschaften und Aussichten in der Prozeßregelung mit Rechner. (in ungar.). 0, 1, 0, 0. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 1, S. 1–6.

4.1. **Herstellung, Betrieb und Wartung von Regel- und Steuergeräten und ihren Baugliedern**

[144] *Kaluski, J.:* 4.1.4
A method of increasing the accuracy reliability of check-and-select automata. (in poln.). 4, 3, 0, 2. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 4, S. 168–170.

[145] *Szumański, Z.:*
Industrial automatic systems reliability assessed in the stage of fordesign. (in poln.) 0, 1, 0, 1. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1, S. 18–19.

4.2. **Meßgeber und Meßeinrichtungen**

[146] *Ustaborowicz, T.; Z. Tarnowski:* 4.2.1.0
Measuring transducers of electrical quantities. (in poln.) 0, 2, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 3, S. 135–138.

[147] *Rżysko, J.; A. Wilczyński:* 4.2.1.1
Problems of strain-gauge measurements of sound propagation velocity in bars and cables (in poln.). 4, 3, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1, S. 6–7.

[148] *Fehér, Gy.; O. Szenn:* 4.2.1.2
Digitale Meßbrücke mit automatischem Abgleich. (in ungar.). 3, 3, 0, 0. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 2, S. 41–43.

[149] *Billing, A.:* 4.2.1.7
Die Einheiten zur Signalverarbeitung in einem nuklearen Einheitsystem mit integrierten Stromkreisen. (in ungar.). 5, 3, 0, 2. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 2, S. 37–40.

[150] *Lennartz, A.:*
Digital-Potentiometer. (Teil I). 0, 5, 0, 0. automatik **17** (1972) H. 1, S. 14–17.

[151] *Lennartz, A.:*
Digital-Potentiometer. (Teil II). 0, 11, 1, 2. automatik **17** (1972) H. 2, S. 48–54.

[152] *Orzepowski, St.; A. Kalita; J. Raubiszko; A. Urbanik:* 4.2.2.4
Miniature photoelectric converter of rotation angle of the kWh-meter disk to the number of electric pulses. (in poln.). 0, 4, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1, S. 10–11.

[153] *Hederer, A.:* 4.2.3.1
Kompensationsschnellschreiber für die Aufzeichnung von analogen Meßgrößen. 5, 13, 0, 2. automatik **17** (1972) H. 1, S. 8–13.

[154] *Kovács, G.:*
Doppelter Abtastvorsatz zum Koordinatenschreiber. (in ungar.). 2, 7, 0, 0. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 2, S. 57–59.

[155] *Skoczowski, S.:*
Generalized root-mean-square criterion of legibility for analog recorders. (in poln.). 5, 0, 1, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 2, S. 52–53.

[156] *Kaczyński, R.:* 4.2.3.2
New digital and analog voltmeters manufactured by the „Elpo" works. (in poln.). 0, 8, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 3, S. 131–135.

[157] *Kuznecov, A. S.; V. A. Matveev,; A. N. Rogov; N. S. Frolov:*
Automatische Lochstreifen-Registrierung der Angaben von digitalen Frequenzmessern. (in russ.). 4, 2, 0, 1. Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 1, S. 77–81.

[158] *Pribyl, V.; L. Závodský:*
Die Anlage für die Automatisierung von Digitalmessungen. (in tschech.). 5, 3, 0, 0. Automatizace **15** (1972) H. 1, S. 13–14.

4.3. **Meßumformer und Fernübertrager**

[159] *Csik, I.:* 4.3.1.1
Konstruktionsfragen eines frequenzmodulierten Meßsystems und eines linearen Widerstand-Frequenz-Wandlers. (in ungar.). 4, 2, 0, 0. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 2, S. 47–49.

4.4. **Verstärker und Relais**

[160] *Kováts, A.:* 4.4.1.0
Die Anwendung spezieller Halbleitergeräte in Meßverstärkern von großer Eingangsimpedanz. (in ungar.). 5, 4, 0, 0. Mérés és Automatika **20** (1972) H. 2, S. 60–63.

[161] *Koc, B. É.; V. Ja. Burdenko:* 4.4.1.1
Belastungskennlinie des schnellwirkenden Brücken-Umkehrmagnetverstärkers. (in russ.). 3, 1, 0, 1. Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 4, S. 440–442.

[162] *Orlański, J.:*
Small voltage comparator for bidirectional signals. (in poln.). 2, 3, 3, 1. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 2, S. 62–64.

[163] *Sima, L. H.:*
Universell anwendbare Gleichspannungsmeßverstärker mit hoher Gleichtaktunterdrückung. 0, 7, 0, 0. Neue Technik **14** (1972) H. 3, S. 67–76.

[164] *Spal, J.:* 4.4.1.3
Pneumatische Verstärker mit Steuerdruck. (in tschech.). 0, 10, 0, 0. Automatizace **15** (1972) H. 3, S. 57–61.

4.5. **Mathematische und logische Schaltelemente**

[165] *Ciechanowski, S.:* 4.5.1.1
Magnetic transistorized summator, type ABS-2. (in poln.). 0, 2, 0, 0. Pomiary automatyca kontrola **18** (1972) H. 2, S. 81–83.

[166] *Černenko, M. I.; L. P. Šiniberov:* 4.5.1.2
Wechselstrom-Quadrierer mit statischen Elementen (in russ.). 2, 2, 0, 2. Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 1, S. 59–62.

[167] *Wiater, J.:*
Transistor multiplier. (in poln.). 4, 2, 0, 4. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 3, S. 117–118.

[168] *Czech, Z.; Z. Hajduk; L. Turek; A. Kamela:* 4.5.1.3
Decimal ring counter with digital readout. (in poln.). 3, 5, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 3, S. 119–121.

[169] *Gruszczyński, W.; M. Ligmanowski; J. Wierzba:*
Reed relay logic circuits. (in poln.). 2, 7, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1. S. 25–26.

[170] *Gruszczyński, W.; M. Ligmanowski; J. H. Wierzba:*
Reed switch binary counters. (in poln.). 2, 5, 1, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 2, S. 65–66.

[171] *Pytel, J.; Borecki, J.:*
Reed switch pulse counter. (in poln.). 2, 2, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1, S. 23–24.

[172] *Gimmel, B.:* 4.5.1.5
A/D- und D/A-Wandler – Verfahren und ihre Anwendung 0, 8, 2, 7. Neue Technik **14** (1972) H. 3, S. 80–84.

[173] *Gimmel, B.:*
A/D- und D/A-Wandler – Verfahren und ihre Anwendung. 2. Teil. 6, 22, 0, 7. Neue Technik **14** (1972) H. 4, S. 103–111

[174] *Kurcz, E.:*
Digital position readout system. (in poln.), 1. 3, 3, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 4, S. 180–183.

[175] *Markiewicz., H:*
Optical analog-to-digital converters of the CPP series, mfd by the PZO works. (in poln.). 7, 2, 1, 0. Pomiary automatyka kontrola **18** (1972) H. 1, S. 35–37.

[176] *Preobrazenskij, A. V.:*
Über die Konstruktion von D/A-Wandlern für gemischte Zählsysteme. (in russ.). 4, 1, 0, 0. Izv. Élektromechanika **15** (1972) H. 1, S. 90–92.

[177] *Szurmay, M.:*
Logarithmischer AC-DC-Meßwandler. (in ungar.). 3, 6, 0, 0. Mérés és Automatika: **20** (1972) H. 2, S. 33–36.

(Fortsetzung auf Schmalblatt V)

[1)] Fortsetzung aus Heft 12/1972.
[2)] Die vorliegende Auswertung schließt mit dem 31. August 1972 ab. Die Aufstellung der berücksichtigten Zeitschriften finden Sie im Heft 8/1965. Zusammengestellt und bearbeitet von Dr.-Ing. *E. Martin*, Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse der Akademie der Wissenschaften der DDR, Bereich Technische Kybernetik, 8027 Dresden, Haeckelstr. 20, und Dozent Dr.-Ing. *H. Strobel*, Hochschule für Verkehrswesen, Sektion Technische Verkehrskybernetik, 801 Dresden, Friedrich-List-Platz 1.
[3)] 3, 1, 0, 2 bedeuten: 3 Literaturangaben, 1 Bild, 0 Tafeln, 2 Diagramme.
msr 4484

Dissertationen

Ein direktes Verfahren zur Konstruktion von minimalen Realisierungen einer gegebenen Übertragungsmatrix mit mehrfachen Polen

IA 1.1



Kurzbiographie

K. Küßner wurde am 10. Mai 1938 geboren; 1956 bis 1962 Studium an der Technischen Universität Dresden, Fachrichtung Angewandte Mathematik. Anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Regelung des Wissenschaftlich-Technischen Zentrums Kraftwerksanlagenbau Pirna, Betriebsteil Dresden. 1964 bis 1969 Teilstudium der Fachrichtung Regelungstechnik an der TU Dresden. Seit 1967 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Regelungs- und Steuerungstechnik der Akademie der Wissenschaften der DDR, dem heutigen Bereich Technische Kybernetik des Zentralinstituts für Kybernetik und Informationsprozesse.

In Verbindung mit der Anwendung moderner Entwurfsmethoden existiert in der Regelungstechnik die Aufgabe, aus einer Übertragungsmatrix Zustandsgleichungen minimaler Dimension, sog. minimale Realisierungen zu konstruieren. Ausgangspunkt des hierzu vorgeschlagenen Verfahrens ist eine Übertragungsmatrix in Partialbruchdarstellung; als Ergebnis erscheint eine minimale Realisierung in Jordanscher Normalform. Der Zusammenhang zwischen beiden Beschreibungsformen wird durch zwei Formelsätze vermittelt:
a) Matrizengleichungen, die den zahlenmäßigen Zusammenhang herstellen, und b) Rangbeziehungen, die über a) „hinaus nur für minimale Realisierungen gelten (in modifizierter Form wurde b)" unabhängig von *Y.-L. Kuo*, IEEE Trans. on Circuit Theory, August 1970, angegeben).
Der Gedanke des Verfahrens besteht darin, die Matrizengleichungen a) unter Beachtung von b) als Ansatz für eine spezielle Zerlegung der Koeffizientenmatrizen zu benutzen. Auf Grund detaillierter Untersuchungen der Freiheiten, die bei einer derartigen Zerlegung bestehen, wird eine speziell aufgebaute minimale Realisierung mit minimaler Anzahl von Parametern ausgezeichnet (Untermatrizen der Eingangs- bzw. Ausgangsmatrix sind zum Teil untere bzw. obere verallgemeinerte Dreiecksmatrizen).
Die Berechnung dieser Realisierung besteht lediglich in einer rekursiven Anwendung der Eliminations- und der Substitutionsstufe des Gaußschen Algorithmus auf Zahlenmatrizen. Das Verfahren erfordert vermutlich die minimal erreichbare Anzahl numerischer Operationen bei der Konstruktion einer minimalen Realisierung.
Die angegebene Methode erfaßt den allgemeinen Fall mehrfacher Pole. Sie wird als „direkt" bezeichnet, da sie unmittelbar von den Parametern der Übertragungsmatrix ausgeht und durch Auswertung geschlossener Formeln die Parametermatrizen der minimalen Realisierung gewinnt.

Fakultät für Datenverarbeitung des Wissenschaftsrates der TU Dresden, 12. November 1971.
Doktorand: Dipl.-Math. *K. Küßner*,
Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. *H.-L. Burmeister*,
Doz. Dr.-Ing. *U. Korn*,
Dr. rer. nat. *J. Uhlig*

Nur über die Bibliothek der TU Dresden zu entleihen.

msr 4484 Dr.-Ing. *K. Küßner*,
Akademie der Wissenschaften der DDR,
Zentralinstitut für Kybernetik und Informationsprozesse,
Bereich Technische Kybernetik,
8027 Dresden, Haeckelstr. 20.

Methoden zur Berechnung und Kontrolle der Kenngrößen von Dünnschichtspeicherelementen

IA 3.1; 4.5.3

Die Verbesserung der vorhandenen sowie die Entwicklung neuer Bauelemente ist ein wesentlicher Bestandteil im Prozeß der Vervollkommnung der Rechentechnik. Für Speicher ist in dieser Hinsicht der Versuch, die traditionellen Ferritkerne durch Dünnschichtelemente zu ersetzen, bemerkenswert. Dadurch kann die Geschwindigkeit, der zulässige Änderungsbereich des Steuerstroms und der Temperaturbereich der Speicherelemente vergrößert werden. Darüber hinaus vereinfacht sich die Automatisierung des Herstellungsprozesses der Dünnschichtelemente und -speicher wesentlich.
Wie auch bei anderen modernen Herstellungsverfahren in der Radio- und Mikroelektronik ermöglicht das Verfahren zur Herstellung von Dünnschichtspeichern keine hundertprozentige Produktionsausbeute. Obwohl die Fertigung der Ferritkerne auf eine fünfzehnjährige Erfahrung zurückblicken kann, ergibt sich eine jährliche Ausbeute von 20%. Bei der Herstellung von integrierten Elementen sinkt der Anteil der brauchbaren Erzeugnisse weiter ab. Das hemmt natürlich die Einführung der modernen Dünnschichttechnologie erheblich. Es entstehen offensichtlich die folgenden zwei Probleme:
1. Es werden gründliche Untersuchungen der Beziehungen zwischen den Produktionsbedingungen, den Kenngrößen der Dünnschichten und den Arbeitskenngrößen der Speicherelemente notwendig.
2. Wesentlicher Bestandteil des technologischen Herstellungsprozesses dieser Elemente ist eine Kontrolle der Kenngrößen in den verschiedenen Produktionsabschnitten. In Verbindung mit der Einführung der neuen Technologien kommt es darauf an, sorgfältig eine Methode der elementeweisen Kontrolle auszuarbeiten und Kontrollapparaturen mit einem entsprechenden Automatisierungsgrad zu entwickeln.

In dieser Dissertation werden die folgenden Probleme behandelt:
a) Methodik zur Berechnung von Kenngrößen der Speicherelemente auf der Grundlage der gemessenen Umschaltcharakteristik (Schwellwertcharakteristik).
b) Änderung der Umschaltkenngrößen in Abhängigkeit von den Kenngrößen der Elemente, der Schichtdicke sowie den Magnetisierungsbedingungen.
c) Methodik zur elementeweisen Kontrolle der Speicherkomponenten in der Massenproduktion sowie Einstellung und Kontrolle des technologischen Prozesses.
d) Entwicklung einer Apparatur zur elementeweisen Kontrolle der Arbeitskenngrößen und Magnetkenngrößen der Elemente.
e) Anwendung von Methoden zur Berechnung und Kontrolle im Projektierungsprozeß und in der Produktion.

Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen ergab sich eine Methodik zur Berechnung der Arbeitskenngrößen der Speicherelemente. Insbesondere wurden dabei die Schwellwerte, die Steuerströme und die Amplituden des Lesesignals erfaßt.
Aus den durchgeführten Untersuchungen ergeben sich methodologische Grundlagen für die Ausarbeitung von Berechnungsverfahren für die Arbeitskenngrößen. Des weiteren begründen sie die Kontrollmethodik, die Ausschußermittlung sowie die Entwicklung von Kontroll- und Meßapparaturen, die zur Herstellung der Speicherelemente benötigt werden.

msr 4331 *Ju. Ostapenko*

Druckschriftenangebote

Der Bereich Technische Kbyernetik im Zentralinstitut für Kybernetik und Informationspresse der Akademie der Wissenschaften der DDR hat in den vergangenen Jahren wiederholt zu begrenzten Forschungsthemen Druckschriften herausgegeben. Anfragen aus der Industrie zeigen, daß auch heute noch Interesse am Erwerb der die Forschungsthemen enthaltenden Bibliographien vorhanden ist.
Folgende Druckschriften stehen noch zur Verfügung:
— Bibliographie über Strahlelemente, Stand 1965: 10,— M
— Bibliographie über Zuverlässigkeitstheorie und -praxis, Stand 1964; 70,— M
— Strahlelemente 2. Konferenz, 1969 in Dresden; 30,— M
Die Bibliothek weist gleichzeitig darauf hin, daß von ihr Listen der neu erworbenen Bücher herausgegeben werden, die an einen festen Bezieherkreis ständig versandt werden. Das Zeitschriftenverzeichnis wird im Abstand von mehreren Jahren berichtigt; die neueste Auflage erschien 1971.
Anfragen sind zu richten an Akademie der Wissenschaften der DDR, ZKI — Bibliothek des Bereiches Technische Kybernetik — 8027 Dresden, Haeckelstr. 20, Tel.: 4833213.

msr 4579

7. Ungarische Konferenz über Automatisierung

Die Ungarische Wissenschaftliche Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik führt in Gemeinschaft mit 12 wissenschaftlichen Gesellschaften des Landes vom 15. bis 20. Oktober 1973 in Budapest die 7. Ungarische Konferenz über Automatisierung, in Verbindung mit einer Ausstellung, durch. Folgende Grundfragen werden in den Sektionen im Vordergrund stehen:
— Grundsätzliche Probleme der Anwendung
— Prozeßrechnereinsatz
— Neue Bauelemente, Geräte und Anlagen der BMSR-Technik.
Die internationale Ausstellung steht unter dem Zeichen „Automatics-Power Electronics-Micronica" (elektronische, pneumatische und hydraulische Elemente der BMSR-Technik; Meßfühler, Stellglieder, Antriebe, Einrichtungen der Steuerungs- und Regelungstechnik, Geräte der Rechnerperepherie, Prozeßrechnereinsatz).
Interessenten, die einen Vortrag zu halten wünschen, sollten bis zum 30. September 1972 eine kurze Zusammenfassung und bis zum 31. Januar 1973 den Volltext (max. 360 Zeilen) an den Veranstalter senden (Budapest V, Szabadság tér 17).

msr 4583

Neuerscheinungen aus dem VEB Verlag Technik, Berlin

Probleme der Festkörperelektronik, Bd. IV. Autorenkollektiv. 1. Aufl., 204 Seiten, 102 Bilder, 9 Tafeln, 22,— M.

Grundlagen der elektrischen Meßtechnik. Von *R. Drachsel*. 3., unveränderte Aufl., 324 Seiten, 241 Bilder, 7 Tafeln, 19,— M.

Zeichnungen und Darstellungen in der Elektrotechnik. Von *S. Hildebrand* und *C. Markert*. 6., unveränderte Aufl., 448 Seiten, 245 Bilder, 118 Tafeln, 18,— M.

Datenübertragung. Von *K. Franke*. Band 136 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. 1. Aufl., 80 Seiten, 50 Bilder, 1 Tafel, 6,40 M; Sonderpreis für die DDR 4,80 M.

Anwendung statistischer Methoden in der Regelungstechnik. Statistische Modellbildung. Von *M. Peschel*. Band 137 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. 1. Aufl., 96 Seiten, 25 Bilder, 6,40 M; Sonderpreis für die DDR 4,80 M.

Grundlagen der Elektronik und der BMSR-Technik (Arbeitsblätter für die Berufsbildung). 2., stark veränderte Aufl., 21,0 cm × 30,0 cm, 64 Seiten, 161 Bilder, 16 Tafeln, 4,25 M.

● In der Tafel in msr **15** (1972) H. 11, S. 378, sind in der Spalte unter „Symbol" (1. und 2. Zeile) ***U*** und ***I*** zu vertauschen sowie unter der Spalte Maßeinheit, 3. Zeile zu lesen: $N^{-1} \cdot m^{-1} \cdot rad^2$; ferner lies unter „Erläuterungen": $N \cdot m \cdot rad^{-2}$. In Spalte 2, Zeile 11, muß für „in" „zu" stehen.

● In msr **15** (1972) H. 12, S. 418, letzte Zeile, muß es richtig heißen: Ingenieurhochschule.

Neue Bücher aus der UdSSR

Hierbei handelt es sich um neue Titel aus der UdSSR, die dem sowjetischen Neuerscheinungsdienst „Novye knigi" entnommen sind. Die Bücher können über den Volksbuchhandel bestellt werden.

[1] *Akoev, I. G., Maksimov, G. K., Malysev, V. M.:* Lučevoe poraženie mlekopitajuščich i statističeskoe modelirovanie (Strahlenverletzung von Säugetieren und ihre statistische Modellierung). Atomizdat. 0,60 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (73).

[2] *Gallager, R.:* Teorija informacii i nadežnaja svjaz' (Informationstheorie und zuverlässige Verbindung. Übers. aus dem Engl.). Sovetskoe radio. 3,00 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (102).

[3] *Karapetjan, A. M.:* Avtomatizacija optimal'nogo konstruirovanija elektronnych vyčislitel'nych mašin (Automatisierte optimale Konstruktion elektronischer Rechenmaschinen). Sovetskoe radio. 0,45 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (108).

[4] *Mel'nikov, Ju. N.:* Dostovernost' informacii v složnych sistemach (Zuverlässigkeit der Information in komplizierten Systemen). Sovetskoe radio. 0,77 Rbl., 2. Quart. 1973, NK-No. 35—72 (117).

[5] *Miščenko, V. A.:* Method selektirujuščich funkcij v nelinejnych zadačach kontrolja i upravlenija (Methode der selektierenden Funktionen in nichtlinearen Aufgaben der Kontrolle und Steuerung). Sovetskoe radio, 0,50 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (120).

[6] *Moskatov, G. K.:* Nadežnost' adaptivnych sistem (Zuverlässigkeit adaptiver Systeme). Sovetskoe radio, 0,32 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (123).

[7] *Razorenov, G. I.:* Vybor masštabov pri modelirovanii (Auswahl der Maßstäbe bei der Modellierung). Sovetskoe radio. 0,35 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (125).

[8] *Taratorin, B. I.:* Modelirovanie naprjaženij v konstrukcijach jadernych reaktorov (Modellierung der Spannung in Konstruktionen von Atomreaktoren). Atomizdat. 1,80 Rbl., 3. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (128).

[9] *Iščutkin, V. I.:* Technologičeskaja nadežnost' sistemy SPID (Technologische Zuverlässigkeit des Systems SPID — Werkzeug-Anpassung-Instrument-Teil). Mašinostroenie. 0,55 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (149).

[10] *L'vov, N. S.:* Avtomatizacija kontrolja i regulirovanija svaročnych processov (Automatisierte Kontrolle und Regelung von Schmelzprozessen). Mašinostroenie. 0,60 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (153).

[11] Inženerno-matematičeskie metody v fizike i kibernetike. Sbornik statej. Vyp. 2 (Ingenieurtechnisch — mathematische Methoden in der Physik und Kybernetik. Sammelband. Ausg. 2). Atomizdat. 0,60 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (168).

[12] *Kruševskij, A. V.* u. a.: Ekonomiko-matematičeskie modeli planirovanija i upravlenija narodnym chozjastvom. Učebn. posobie (Ökonomisch-mathematische Modelle in der Planung und Leitung der Volkswirtschaft. Lehrmaterial). Višča škola (USSR). 0,94 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (317).

[13] *Flerov, A. G., Procenko, N. A., Samochin, A. F.:* Vyčislitel'naja technika v graždanskoj aviacii. Učebn. posobie (Rechentechnik in der zivilen Luftfahrt. Lehrmaterial). Transport. 1,36 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 35—72 (321).

[14] *Džejsuol, N.:* Očeredi s prioritetami (Warteschlangen mit Prioritäten. Übers. aus dem Engl.). Mir. 0,88 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (28).

[15] *Džermejn, K.:* Programmirovanie na IBM-360 (Programmierung auf der IBM-360. Übers. aus dem Engl.). Mir. 3,57 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (29).

[16] *Tondl, A.:* Nelinejnye kolebanija mechaničeskich sistem (Nichtlineare Schwingungen in mechanischen Systemen. Übers. aus dem Engl.). Mir. 1,94 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (42).

[17] *Michalev, S. B.:* Avtomatizacija processov podgotovki proizvodstva (Automatisierung der Prozesse der Produktionsvorbereitung). Belarus' (BSSR). 1,15 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (69).

[18] *Gal'cov, A. D.:* Normirovanie i osnovy naučnoj organizacii truda v masinostroenii (Normierung und Grundlagen einer wissenschaftlichen Arbeitsorganisation im Maschinenbau). Mašinostroenie. 2,50 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (84).

[19] *Gorelik, A. L., Butko, G. I.:* Bortovye cifrovye vyčislitel'nye mašiny (Bord — Rechenmaschinen). Mašinostroenie. 0,75 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (88).

[20] *Živov, L. G.:* Privod i avtomatika samochodnych kranov (Antrieb und Automatik selbstbewegender Kräne). Mašinostroenie. 0,75 Rbl., 1. Quart. 1973, NK-No. 36—72 (93).

[21] *Katys, G. P.:* Optiko-elektronnaja obrabotka informacii (Optisch-elektronische Informationsverarbeitung). Mašinostroenie. 2,65 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (101).

[22] *Nevel'son, M. S.:* Avtomatičeskoe upravlenie točnost'ju metalloobrabotki (Automatische Steuerung der Genauigkeit der Metallverarbeitung). Mašinostroenie. 0,70 Rbl., 1. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (119).

[23] Perechodnye processy v gazoturbinnych ustanovkach (Übergangsprozesse in Gasturbinenanlagen). Mašinostroenie. 2,05 Rbl., 1. Quart. 1973, NK-No. 36—72 (122).

[24] Pečatnye schemy v priborostroenii, vyčislitel'noj technike i avtomatike (Schreibmaschinen im Gerätebau, Rechentechnik und Automatik). Mašinostroenie. 1,55 Rbl., 1. Quart. 1973, NK-No. 36—72 (124).

[25] *Pivovarov, V. A.:* Proektirovanie i rasčet sistem regulirovanija gidroturbin (Projektierung und Berechnung von Regelungssystemen von Hydroturbinen). Mašinostroenie. 1,15 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (125).

[26] Preobrazovanie informacii v analogo-cifrovych vyčislitel'nych ustrojstvach i sistemach (Umwandlung der Information in Analog-Digital-Rechenanlagen und Systemen). Mašinostroenie. 2,15 Rbl., 2. Quart. 1973. NK-No. 36—72 (129).

(Fortsetzung auf Schmalblatt VII

VEB Verlag Technik, Berlin — Träger des Ordens „Banner der Arbeit“

messen·steuern·regeln

Wissenschaftlich-technische Zeitschrift für die Automatisierungstechnik

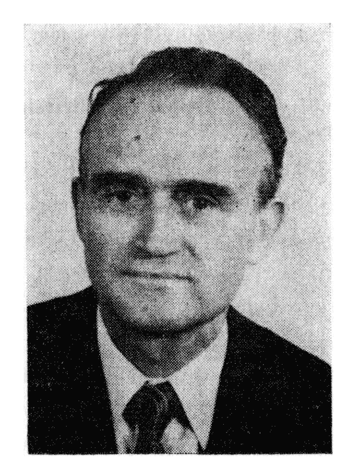
Organ der Deutschen Gesellschaft für Meßtechnik und Automatisierung (DGMA)

Berlin/DDR · Januar 1973
16. Jahrgang
1

Standpunkt

Thema des IMEKO-Kongresses 1973 — wichtiger Aspekt des technischen Fortschritts

Das Generalkomitee der Internationalen Meßtechnischen Konföderation (IMEKO), in der die sozialistischen Länder Bulgarien, China, ČSSR, DDR, Polen, Rumänien, UdSSR und Ungarn sowie die Arabische Republik Ägypten und eine Reihe kapitalistischer Industrieländer, wie Belgien, BRD, Frankreich, Großbritannien, Italien, Japan, Niederlande, Österreich, Schweden und USA, vertreten sind, beschloß 1971, den VI. Kongreß in der DDR, im Kulturpalast in Dresden, durchzuführen.
Dieser Beschluß ist eine Anerkennung der wissenschaftlichen und industriellen Leistungen der DDR auf dem Gebiet der Meßtechnik.
Er legt andererseits dem Veranstalter — der Kammer der Technik — und den Vortragenden und Teilnehmern des Kongresses aus der DDR eine hohe Verantwortung für die inhaltliche und organisatorische Qualität der Durchführung des Kongresses auf.
Deshalb informierte sich der Ministerrat der DDR über den Stand der Vorbereitung des Kongresses und legte Maßnahmen zur Unterstützung fest. Er ging dabei von der großen politischen Bedeutung dieses Kongresses aus, die vor allem darin besteht, daß wichtige fortgeschrittene Erkenntnisse auf dem Gebiet der Meßtechnik für die Lösung der auf dem VIII. Parteitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands gestellten Aufgaben gewonnen und dem entsprechenden Kreis von Fachleuten unmittelbar zugänglich gemacht werden, und daß die auf dem Kongreß anwesenden Gäste aus dem Ausland mit den politischen, ökonomischen und kulturellen Erfolgen der DDR bekannt gemacht werden.
Mit dem Thema des Kongresses „Meßtechnik und Meßdatenverarbeitung für die Automatisierung“ werden wichtige Aspekte des technischen Fortschrittes erfaßt, wie sie insbesondere in der sozialistischen Rationalisierung ihre Anwendung finden.
Die Steigerung der Arbeitsproduktivität und die Beherrschung zahlreicher Prozesse in der ganzen Breite der Volkswirtschaft sind eng verbunden mit der Entwicklung einer entsprechenden Meßtechnik und der automatisierten Verarbeitung der zahlreich anfallenden Meßdaten. Immer weitere Gebiete stellen neue Anforderungen an die Meßtechnik, z. B. die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft, der Umweltschutz.
Vor uns stehen die Aufgaben, den volkswirtschaftlich notwendigen Bedarf an meß- und regelungstechnischen Ausrüstungen zu decken und die Exportverpflichtungen, insbesondere gegenüber der UdSSR, vertragsgerecht zu erfüllen.
Dabei gilt es, insbesondere folgende Gebiete weiter auszubauen:



H. Weihrauch
Stellvertreter des Ministers für Elektrotechnik/Elektronik

— Digitale Meßtechnik zur Rationalisierung technologischer Prozesse
— Meßgeräte für die Meß- und Prüfautomatisierung
— Meßtechnik für die Nachrichtentechnik
— Analysenmeßtechnik
— Industrielle Meßtechnik
— Meßgeräte für kernphysikalische Messungen
— Akustische Meßtechnik.

Zur Lösung dieser Aufgabe muß eine noch engere Verbindung des wissenschaftlich-technischen und Produktionspotentials der DDR mit dem der UdSSR und den anderen RGW-Ländern auf dem Gebiet der Meßtechnik hergestellt werden.
Die Einschätzung im Bericht des Politbüros an die 6. Tagung des Zentralkomitees der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands trifft ganz besonders auf die Meßtechnik zu, nämlich, daß sich die wirtschaftliche und wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit zwischen der DDR und der UdSSR in Richtung größerer Komplexität entwickelt, daß sie zunehmend alle Phasen der Lösung volkswirtschaftlicher Aufgaben umfaßt.
Wir erwarten vom VI. Kongreß der IMEKO, daß er einen wesentlichen Beitrag dazu leistet, im Rahmen des internationalen Erfahrungsaustausches das langfristige Konzept unserer Meßtechnik, insbesondere im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit der UdSSR, die technologische Entwicklung und den Trend der Entwicklung des Bedarfs an Meßtechnik weiter zu präzisieren.
Das zu erreichen erfordert eine qualifizierte, zielgerichtete Vorbereitung des Kongresses und ein der politischen Verantwortung gerecht werdendes Auftreten der DDR-Teilnehmer am Kongreß.

Weihrauch

U. WLOKA und P. SCHAARSCHMIDT

Einsatz eines Hybridsystems auf der Basis der Rechnerkopplung „PR 2100-Endim 2000"

IA 4.0.5.1; 4.0.5.2

Einleitung[1])

Der Einsatz eines Hybridsystems ist für die rechentechnische Lösung von Aufgaben prädestiniert, die die Nutzung der Vorteile beider Rechnerarten verlangen. Hybridsysteme vereinigen die Vorteile des Analogrechners gegenüber dem Digitalrechner, wie

— hohe Rechengeschwindigkeit auf Grund der Parallelarbeit der Rechenelemente,
— gute Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Problem und Bearbeiter,

mit den Vorteilen des Digitalrechners gegenüber dem Analogrechner, wie z. B.

— hohe Genauigkeit der Rechenergebnisse,
— Speicherung umfangreicher Datenmengen,
— Ausführung logischer Entscheidungen.

Diese Tatsache erschließt dem Hybridsystem eine Reihe spezifischer Einsatzgebiete, wie

— Optimierungsprobleme,
— Randwertprobleme, Identifizierung, Modellfindung,
— partielle Differentialgleichungen,
— statistische Analysen und Meßwertverarbeitung,
— Simulation [1].

Der Aufbau eines Hybridsystems aus einem Analogrechner und einem Digitalrechner erfordert ein Kopplungssystem zwischen beiden Rechnern. Dieses Kopplungssystem muß folgende Funktionen ermöglichen:

a) Austausch von Daten zwischen beiden Rechnern. Der Austausch muß beinhalten:
   — Umsetzung analoger Daten in digitale Daten und umgekehrt,
   — Auswahl von Daten aus den auf dem Analogrechner (parallelorganisiert) gleichzeitig anstehenden Daten und Einfügung in die Serienorganisation des Digitalrechners und umgekehrt.

b) Steuerung und Koordination des Programmablaufs. Diese Funktionen beinhalten:
   — Übertragung von Steuerkommandos vom Digitalrechner (Steuerung der Betriebsarten des Analogrechners; Auswahl und Steuerung bestimmter Rechenelemente),
   — Meldung bestimmter Rechenzustände und Quittierung von Steuerkommandos vom Analogrechner zum Digitalrechner [1] und [2].

Die Realisierung dieser Funktionen erfordert eine Reihe von Einrichtungen, die über die Standardkonfiguration von Analogrechner und universellen Informationsverarbeitungsanlagen hinausgehen. Zu diesen Einrichtungen gehören: Multiplexer, Analog/Digital-Umsetzer, Demultiplexer, Digital/Analog-Umsetzer, Datenaustausch- und Steuerleitungen.

In der Standardkonfiguration des Prozeßrechners sind diese Einrichtungen vorhanden. Ein Prozeßrechner ist dadurch besonders geeignet, wenn es darum geht, auf der Basis vorhandener Rechner mit Hilfe einer Rechnerkopplung ein Hybridsystem aufzubauen.

Dieser Grundgedanke findet Anwendung bei der im folgenden Abschnitt beschriebenen Rechnerkopplung zwischen dem Prozeßrechner PR 2100 und dem Analogrechner Endim 2000.

1. Aufbau und Arbeitsweise eines Hybridrechnersystems

Zur technischen Realisierung der Kopplung beider Rechner mußten folgende Probleme gelöst werden:

— Anpassung der analogen Werte des Analogrechners an das Meßwerterfassungssystem des Prozeßrechners,
— Anpassung der analogen Steuerwerte des Prozeßrechners an die Eingangswerte des Analogrechners,
— Auswahl einer zweckmäßigen Steuerung der beiden Rechner,
— Verkabelungsprobleme,
— Zweckmäßige Bedienung beider Rechner.

1.1. *Meßwerterfassung durch den PR 2100*

Da die elektrische Versorgungsspannung des Endim 2000 im 100 V-Bereich liegt, mußte eine Transformation in den 10 V-Eingangsspannungsbereich vorgenommen werden.
Die dazu erforderlichen Eingangskarten für den Prozeßrechner gehören nicht zum Lieferangebot und mußten selbst erarbeitet werden. Auf eine Filterung der Meßwerte konnte verzichtet werden. Die Eichung der Eingangskarten erfolgte mit einer Konstantspannungsquelle, wobei der Prozeßrechner selbst als Meßgerät Anwendung fand. Die erreichten Fehlergrenzen liegen in der gleichen Größenordnung wie bei den standardisierten Eingangskarten des Prozeßrechners.

1.2. *Steuerwertausgabe durch den Prozeßrechner*

Die Ausgabe von Daten am Prozeßrechner erfolgt mittels der analogen Steuerwertausgabe, wobei sich die Spannungswerte im Bereich zwischen 0 und 10 V bewegen.

Durch Operationsverstärker mit einem Verstärkungsfehler $V = 10$ werden diese Werte wieder in den Bereich der Versorgungsspannungen transformiert. Da der Quellwiderstand der analogen Steuerwertausgabe bei etwa 50 Ω liegt, waren keinerlei Maßnahmen zur Beseitigung von Störungsspannungen notwendig.

1.3. *Steuerung des Hybridsystems*

Die technischen Gegebenheiten beider Rechner lassen nur die alternierende Arbeitsweise des Hybridsystems sinnvoll

[1]) Mitteilung aus dem Organisationsrechenzentrum der Technischen Hochschule für Chemie „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg (Leiter: Dr. J. Kund).

erscheinen. Dadurch ergeben sich bei der Steuerung des Datenaustausches zwischen beiden Rechnern keine Schwierigkeiten, da hierbei nur statische Belange zu beachten sind. Da beide Anlagen verhältnismäßig langsame Rechner sind und beim ersten Einsatzvorhaben vorwiegend Demonstrationsbeispiele für die Lehre bearbeitet werden sollen, wurde die Zeitsteuerung beider Rechner durch das Prozeßrechnerprogramm vorgesehen.

1.3.1. Steuerung der Betriebsarten des Analogrechners

Über einen Steuerwertausgabekanal des Prozeßrechners werden die jeweils notwendigen Steuerbits für den Analogrechner ausgegeben.

— Durch ein Startbit wird der Analogrechner aus der Grundstellung „Rücksetzen" in den Betriebszustand „Rechnen" versetzt. Mit Hilfe einer Zeitschleife im Steuerprogramm des Prozeßrechners wird die Rechenzeit T vorgegeben.

— Nach Ablauf der im Prozeßrechner programmierten Rechenzeit T des Analogrechners wird das Startbit gelöscht und der Analogrechner durch ein zweites Steuerbit in den Zustand „Halt" versetzt.

— Damit kann der Analogrechner nach Löschung des Haltbits in seine Grundstellung „Rücksetzen" durch ein drittes Steuerbit geschaltet werden und der Zyklus erneut beginnen.

1.3.2. Steuerung der Meßwerterfassung und Steuerwertausgabe

In der Grundstellung des Analogrechners „Rücksetzen" werden durch den Prozeßrechner die Steuerwerte seriell ausgegeben. Diese liegen bis zur erneuten Anwahl der betreffenden Steuerwertausgabekanäle zur Verarbeitung am Analogrechner an.

Danach wird durch den Prozeßrechner der Start des Analogrechners veranlaßt. Es erfolgt die erstmalige Berechnung der Lösungskurven. Nach Ablauf der durch den Prozeßrechner vorgegebenen Rechenzeit T wird der Analogrechner in den Betriebszustand „Halt" versetzt. In dieser Phase werden durch den Prozeßrechner die Werte der interessierenden Maschinenvariablen durch das Meßwerterfassungssystem des Prozeßrechners in einer seriellen Einzelauswahl abgefragt. Nach Beendigung der Meßwerterfassung veranlaßt ein erneutes Steuersignal vom Prozeßrechner das „Rücksetzen" des Analogrechners. Daran schließt sich ein erneuter Berechnungszyklus an. Die Anzahl der Zyklen kann im Prozeßrechnerprogramm festgelegt werden.

1.4. Zum technischen Aufbau des Hybridsystems

Die Kopplung der beiden Rechner zum Hybridsystem besteht aus zehn Meßwerterfassungskanälen, zwei digitalen und vier analogen Steuerwertausgabekanälen. Die zehn Meßwertkanäle sind mit auf die Programmiertafel des Analogrechners geführt. Für die Steuerwertkanäle wurde ein zusätzliches Buchsenfeld neben dem Bedienpult installiert.

Mittels modifizierter Programmierschaltleitungen können entsprechende Verbindungen zwischen dem Buchsenfeld und der Programmiertafel hergestellt werden. Beide Rechner befinden sich in einem Abstand von etwa 20 m. Die Kabelverbindung wurde durch geschirmte Telefonkabel hergestellt. Das Schirmpotential entspricht dem Massepotential des Analogrechners. Neben dem Analogrechner befindet sich ein zur Standardausrüstung des Prozeßrechners gehörender Schreibautomat. Durch diesen können Programmparameter für das digitale Steuer- und Bearbeitungsprogramm eingegeben und der Start des Rechensystems veranlaßt werden. Der Schreibautomat dient gleichzeitig zum Ausdruck gewünschter Resultate. Die Lösungskurve des mathematischen Modells kann oszillografisch bzw. mit Hilfe eines Koordinatenschreibers aufgezeichnet werden.

2. Anwendungsmöglichkeiten des Hybridsystems

Die erwähnten prinzipiellen Einsatzgebiete des Hybridsystems lassen unter dem Gesichtspunkt der zeitlichen Programmabarbeitung zwei grundsätzliche Anwendungsklassen erkennen.

a) Alternierende Arbeitsweise beider Rechner

Hierbei übernimmt jeder Rechner den von ihm günstig zu bearbeitenden Aufgabenteil des Problems. Während der Lösung auf einem Rechner befindet sich der andere in einem Wartezustand. Nach der Übergabe von Daten und Steuersignalen wird dieser Zustand umgekehrt.

b) Simultane Arbeitsweise

Auch hierbei übernimmt jeder Rechner spezifische Aufgaben. Allerdings ist hierbei ein Rechner in den Lösungsvorgang des anderen eingeschaltet oder beide arbeiten gleichzeitig an der Lösung des Problems.

Auf Grund der angeführten technischen Bedingungen können hier nur Beispiele, die eine alternierende Arbeitsweise erfordern, zum Einsatz kommen. Aus der Anwendungsklasse „alternierende Arbeitsweise" wurde als erstes Einsatzbeispiel ein Problem der Prozeßoptimierung ausgewählt. Dabei wird der zu optimierende Prozeß auf dem Analogrechner nachgebildet, während der Optimierungsalgorithmus auf dem Prozeßrechner zu lösen ist.

2.1. Prozeßmodell

Es werden Beispiele betrachtet, bei denen das mathematische Modell vom dynamischen Typ (d. h. Differentialgleichungen enthält) ist, da sich der Analogrechner zur Integration der Modellgleichungen gut eignet. Gegeben sei ein Prozeß mit folgendem Modell:

$$\frac{dx_i}{d\tau} = f_i(x_1 \ldots x_n,\ u_1 \ldots u_r,\ p_1 \ldots p_m) \tag{1}$$

$$i = 1, 2, \ldots n \qquad j = 1, 2 \ldots r$$

(im ersten Einsatzbeispiel ist $r = 1$)

$$\tau \in [0,\ T] \qquad k = 1, 2 \ldots m$$

$$x_i(0) = x_{i0}$$

τ unabhängige Variable

T gegebener Endpunkt des Intervalls von τ

$x_i(\tau)$ Zustandsvariable

x_{i0} gegebene Anfangswerte von x_i

u_j Steuervariable (im Intervall $[0,\ T]$ const)

P_k Prozeßparameter (als konstant angenommen)

Für die Steuervariable sei ein zulässiger Bereich vorgegeben z. B.

$$u_j \in [a_j, b_j]\,.$$

Gesucht wird diejenige optimale Steuerung, für die gilt:

$$z = \int_0^{\tau} \varphi(x_1 \ldots x_n,\ u_1 \ldots u_r, \tau)\ d\tau = \min! \qquad (2)$$

2.2. *Ablauf der Prozeßoptimierung*

Der Prozeß wird auf dem Analogrechner nachgebildet, indem dort eine Kopplung von Rechenelementen vorgenommen wird, die eine Lösung der Gl. (1) gestattet. Den Werten von x_{i0}, u_j, P_k entsprechen die Anfangswerte an Integratoren bzw. Einstellwerte an Potentiometern. Außerdem wird der Wert von z gebildet.

Wenn der Analogrechner vom Prozeßrechner gestartet wird, erfolgt eine einmalige Durchrechnung des Modells mit den anstehenden Werten x_{i0}, u_j, P_k. Nach der Integrationszeit T wird der Wert der Zielfunktion z in den Prozeßrechner als Meßwert übernommen. Der im Prozeßrechner befindliche Optimierungsalgorithmus soll folgendermaßen arbeiten:

Bei gegebenen x_{i0}, p_k und konstantem τ ist die Zielgröße z eine Funktion der verwendeten Steuerung u

$$z = F(u_1 \ldots u_r)\,.$$

Der Algorithmus soll vom direkten Typ sein, d. h., er soll durch wiederholte Erprobung im zulässigen Bereich nach der optimalen Steuerung suchen.

Es wird angenommen, daß sich die Parameter x_{i0}, p_k so langsam verändern, daß sie während der Zeit, die eine Optimierung erfordert, als konstant behandelt werden können (Bild 1).

2.3. *Optimierungsalgorithmus*

Als Optimierungsalgorithmus wird die Fibonacci-Suche verwendet [3]. Dieses Verfahren ermittelt mit einer minimalen Anzahl von Optimierungsschritten den Extremwert.

Problemstellung

$$z = f(u) = \min!, \qquad \text{NB } a \leqq u \leqq b$$

Voraussetzung: $f(u)$ hat genau in $[a, b]$ ein Minimum.

Aus der Problemstellung geht hervor, daß die Fibonacci-Suche nur bei eindimensionalen Problemen Anwendung finden kann. Dieser Nachteil kann jedoch umgangen werden, indem man n-dimensionale Prozesse in n eindimensionale zerlegt.

Lösung des Problems

Man geht von folgenden Grundlagen aus (Tafel).

Die Tafel gibt an, in wieviel Teilintervalle man das Intervall $[a, b]$ zerlegen kann, wieviel Berechnungen dann notwendig sind, um den Teilpunkt mit minimalstem z-Wert zu finden und bei welchem Teilpunkt die Suchmethoden einsetzen müssen.

Man teilt zunächst das Intervall $[a, b]$ in eine aus der Tafel ersichtliche Anzahl von gleichgroßen Teilintervallen auf. Aus der Tafel kann man nun die Stelle ablesen, bei der der erste Funktionswert auf dem Analogrechner berechnet werden muß. Des weiteren berechnet man auf dem Analogrechner den Funktionswert in dem Punkt, der genau so weit vom rechten Ende des Intervalls entfernt ist wie der Punkt vom linken, von dem der erste Funktionswert berechnet wurde.

Man vergleicht auf dem Prozeßrechner beide Funktionswerte und legt die neue Intervallgrenze in den Punkt, für den $z = f(u_e)$ den größeren Wert annimmt ($e = 0, 1, 2, \ldots N$;

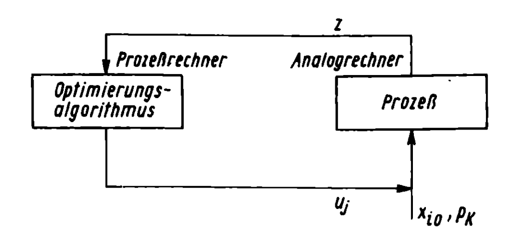


Bild 1. Zusammenarbeit zwischen Prozeßrechner und Analogrechner

Tafel

Anzahl der Berechnungen	Anzahl der Teilintervalle	Stelle der ersten Berechnung
2	3	1
3	5	2
4	8	3
5	13	5
6	21	8
7	34	13
⋮	⋮	⋮
10	144	55
⋮	⋮	⋮
24	121.393	46.368

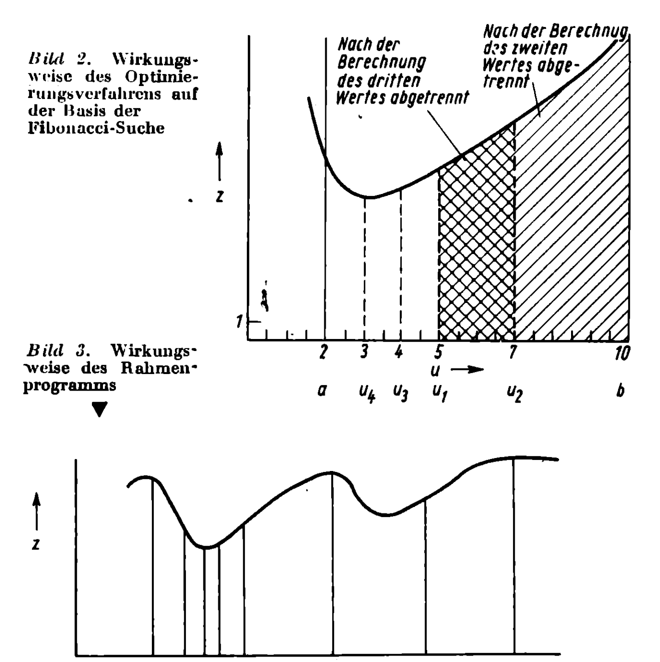


Bild 2. Wirkungsweise des Optimierungsverfahrens auf der Basis der Fibonacci-Suche

Bild 3. Wirkungsweise des Rahmenprogramms ▼

N Anzahl der gewünschten Teilintervalle). Das Intervall ist somit eingeengt.

Man sucht jetzt wieder den Punkt, der genauso weit vom einen Ende des neuen Intervalls entfernt ist wie der aus der vorhergehenden Berechnung verbliebene Punkt vom anderen. Diese Berechnung wird so oft fortgeführt, wie die Tafel angibt. Hat man die notwendige Anzahl von Berechnungen durchgeführt, so hat man

$$z = f(u)_e = \min!$$

gefunden.

Liegt das Minimum über dem ersten bzw. $(N - 1)$. Teilpunkt, so bleibt noch zu untersuchen, ob es nicht etwa auf der benachbarten Intervallgrenze liegt.

Aus der Tafel geht hervor, daß sich die Anzahl der Berechnungen nur minimal erhöht, wenn man die Zahl der Teilintervalle stark vergrößert. Da nun die Genauigkeit des Verfahrens von der Anzahl der Teilintervalle abhängig ist, kann man jede gewünschte Genauigkeit mit minimalstem Rechenaufwand erreichen (Bild 2).

Der Nachteil des Verfahrens besteht allerdings darin, daß es nur lokale Minima erfaßt. Man unterteilt deshalb das Intervall $[a, b]$ zunächst grob und wendet die Fibonacci-Suche auf jedes Teilintervall an und vergleicht die für jedes Teilintervall ermittelten lokalen Minima, um zum absoluten Minimum zu kommen. Diesem Tatbestand wird ein Rahmenprogramm gerecht. Dadurch wird der Nachteil der Fibonacci-Suche umgangen (Bild 3).

Vorgesehen ist die Nutzung des Anwendungsfalles

- als Demonstrationsbeispiel für hybride Rechentechnik in der Vorlesung Modellierung/Optimierung für Mathematiker und Verfahrenstechniker,
- als Praktikumsbeispiel für kleinere Studentengruppen zu der gleichen Vorlesung oder für Studentenzirkel.

Dieser im Rahmen der Rationalisierung der Lehr- und Lernprozesse zum Tragen kommende Anwendungsfall ermöglicht auf Grund der Kommunikationsfreudigkeit des Analogrechners die Veranschaulichung einer Reihe von Problemen.

So können z. B. Veränderungen im Prozeß dargestellt durch

- veränderte Anfangswerte und Prozeßparameter,
- veränderte Prozeßgleichungen

und deren Auswirkungen auf das Optimierungsergebnis leicht veranschaulicht werden.

Als weiterer Anwendungsfall ist die Untersuchung von Randwertproblemen vorgesehen. Dabei wird die Anzahl der Steuervariablen auf zwei erhöht.

Literatur

[1] *Sydow, A.:* Elektronisches Hybridrechnen. Band 113 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK Berlin: VEB Verlag Technik 1971.

[2] *Giloi, W.:* Hybride Rechnersysteme. Telefunken-Zeitung 39 (1966) H. 1.

[3] *Neuhauser, G. L.:* Einführung in die Praxis der dynamischen Optimierung. München/Wien: R. Oldenbourg Verlag 1969.

msr 4391

D. RUTKOWSKI

Modellierung von Identifizierungsprozessen und ihre Anwendung bei adaptiven Steuerungssystemen

IA 2.5

Einleitung[1])

Es wird die Modellierung der optimalen Identifizierungsprozesse [1] und [2] dargestellt und die Anwendung des optimalen Identifizierungssystems bei einem adaptiven System mit einem Objekt zweiter Ordnung gezeigt.

1. Analoge Modellierung der Identifizierung der Verstärkung für ein Objekt zweiter Ordnung

Die Algorithmen der optimalen Identifizierung, die in [1] bis [4] beschrieben wurden, kann man leicht in Analogform darstellen. Wenn wir die Interpolation der Formel (20) aus [1] im Fall der kontinuierlichen Signale anwenden, bekommen wir

$$\psi_0^*(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\sigma_w^2 \psi_0 \Delta t + \sigma^2 \sum_{i=1}^{n} y_i g_i \Delta t}{\sigma_w^2 \Delta t + \sigma^2 \sum_{i=1}^{n} g_i^2 \Delta t} = \frac{S_0 \psi_0 + \sigma^2 \int_0^t y(\tau)\, g(\tau)\, d\tau}{S_0 + \sigma^2 \int_0^t g^2(\tau)\, d\tau} . \quad (1)$$

S_0 Spektrum des Rauschens im Meßkanal, ψ_0 Mittelwert der unbekannten Verstärkung ψ_1, σ^2 Streuung der Verstärkung, ψ_1, $y(\tau)$ verrauschtes Ausgangssignal des Objektes, $g(\tau)$ Impulsantwort des Objektes für die Verstärkung $\psi_1 = 1$.

[1]) Mitteilung aus dem Institut für Informatik der Technischen Universität Gdańsk/VR Polen.

Im Falle des Objektes zweiter Ordnung mit der Übertragungsfunktion

$$K(s) = \frac{\psi_1}{s\,(1 + s\,\psi_2)} \quad (2)$$

ist die Funktion $g(t)$ durch die Formel

$$g(t) = \int_0^t \left[1 - \exp\left(-\frac{t-\tau}{\psi_2}\right)\right] u(\tau)\, d\tau \quad (3)$$

beschrieben.

$u(\tau)$ Steuersignal, ψ_2 Zeitkonstante

Auf der Grundlage der Gl. (1) können wir den Signalflußplan des Identifizierungssystems zeichnen, der im Bild 1 gezeigt ist. In diesem System treten zwei Multiplikatoren und ein Divisionsglied auf. Das Glied mit der Übertragungsfunktion $\frac{1}{1 + s\,\psi_2}$ repräsentiert das Modell des Objektes.

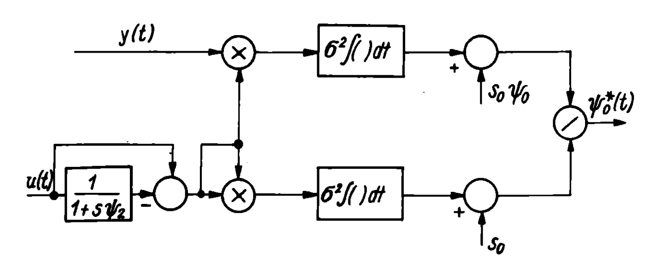


Bild 1. Analoger Signalflußplan der Identifizierung der Verstärkung des Objektes mit der Übertragungsfunktion (2)

Das Identifizierungssystem wurde auf dem Analogrechner untersucht. Als Steuersignal wurden Rechteckimpulse mit einer Amplitude von 30 V und einer Periode von 7,5 s angewendet. Das Rauschen im Meßkanal wurde durch einen Rauschgenerator, dessen Grenzfrequenz 8 Hz und dessen Streuung 400 V^2 war, erzeugt. Für die Modellierung wählte man drei verschiedene Realisierungen der Verstärkung mit $\psi_1 = 1$; $\psi_1 = 2$; $\psi_1 = 5$, bei $\psi_0 = 2$.

Eine typische Realisierung des verrauschten Ausgangssignals des Objektes zeigt Bild 2. Zur Illustration des Charakters des Identifizierungsprozesses zeigt Bild 3 drei typische Realisierungen. Wir sehen, daß sich der Einfluß der Störungen auf den Identifizierungsprozeß im Laufe der Zeit vermindert.

Auf der Grundlage der statistischen Analyse von 10 Realisierungen des Identifizierungsprozesses, wurde die Schätzung des mittleren Wertes des Identifizierungsfehlers $\tilde{b}(t)$ berechnet (Bild 4).

2. Modellierung eines geschlossenen adaptiven Systems mit einem Objekt zweiter Ordnung

Vom praktischen Standpunkt aus ist die Lösung des Stabilisierungsproblems der dynamischen Eigenschaften eines geschlossenen Systems mit einem Objekt zweiter Ordnung interessant.

Unter dem Identifizierungsfehler $b(t)$ versteht man die Differenz zwischen dem Prozeß $\psi_0^*(t)$ und dem Wert ψ_1.

Wenn vorausgesetzt wird, daß die Übertragungsfunktion des Objektes die Form der Gl. (2) hat und das Objekt in einem System mit direkter Rückkopplung enthalten ist, dann wird die Änderung der Verstärkung ψ_1 wesentlich beeinflußt von den dynamischen Eigenschaften des geschlossenen Systems. Im Sonderfall des Einheitssprungs ist für ψ_1, das die Ungleichung

$$\frac{1}{2\sqrt{\psi_1 \psi_2}} \geqq 1 \tag{4}$$

erfüllt, das Ausgangssignal eine Exponentialfunktion. Gilt für ψ_1 die folgende Beziehung

$$0 < \frac{1}{2\sqrt{\psi_1 \psi_2}} < 1\,, \tag{5}$$

dann hat das Ausgangssignal den Verlauf einer gedämpften Schwingung.

Wenn wir unveränderliche dynamische Eigenschaften des Systems haben wollen, dann können wir dies durch ein im Bild 5 gezeigtes System erreichen, wobei ψ' die erwünschte Verstärkung des offenen Systems ist.

Die Modellierung erfolgte auf dem Analogrechner. Als Eingangssignal wurden die Rechteckimpulse mit einer Amplitude von 30 V und einer Periode von 7,5 s verwendet. Die einzelnen Werte von ψ_1 wurden in jedem Fall vor der Beobachtung des Abstimmungsprozesses eingestellt. Die typischen Realisierungen des Abstimmungsprozesses sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt.

Im Bild 6 sind die erwünschten Ausgangssignale nach einzelnen Sprüngen des Eingangssignals Exponentialfunktionen und im Bild 7 gedämpfte Schwingungen.

Im System (Bild 6) wurden folgende Parameter $\psi_0 = 2$, $\psi_1 = 0{,}5$; $\psi_2 = 1$; $\psi' = 0{,}2$ und für Bild 7 die Parameter $\psi_0 = 2$; $\psi_1 = 0{,}2$; $\psi_2 = 1$; $\psi' = 0{,}5$ ausgewählt.

Das bedeutet, daß im ersten Fall die Realisierung ψ_1 2,5 mal größer und im zweiten Fall 2,5 mal kleiner als der gewünschte

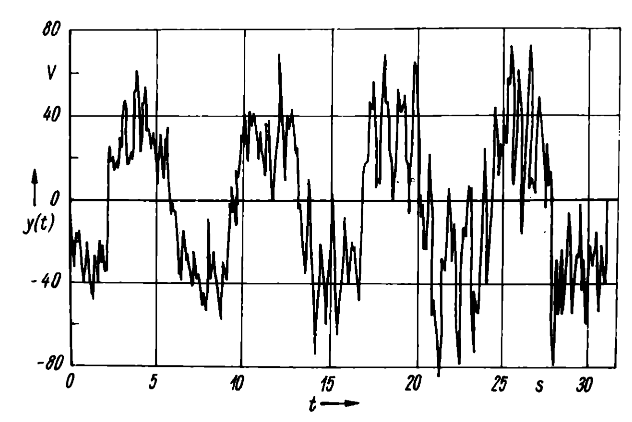


Bild 2. Realisierung des verrauschten Ausgangssignals des Objektes

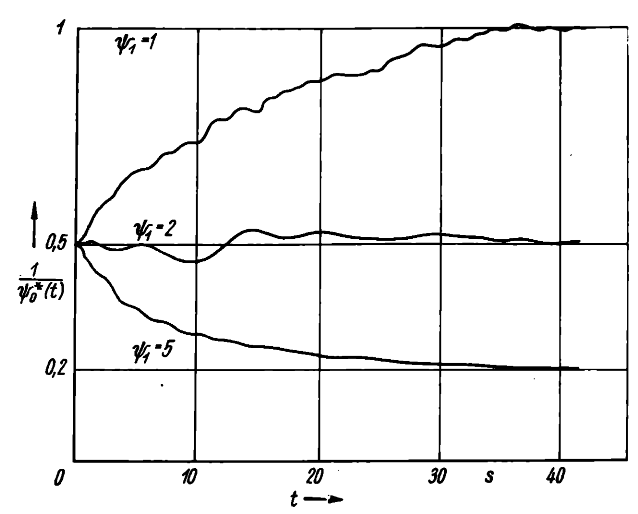


Bild 3. Schätzungen des Mittelwertes des Identifizierungsfehlers für zwei Realisierungen von ψ_1

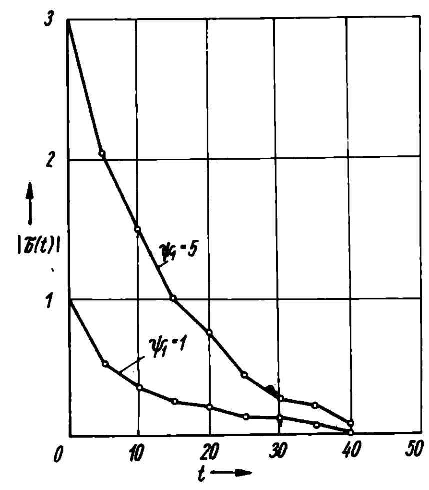


Bild 4. Realisierungen des Prozesses der optimalen Identifizierung für $\psi_1 = 1$; $\psi_1 = 2$; $\psi_1 = 5$

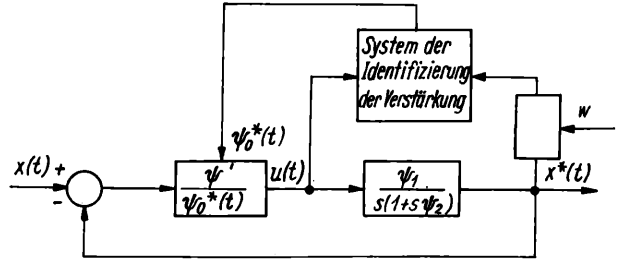


Bild 5. Signalflußplan des Systems mit stabilisierten dynamischen Eigenschaften

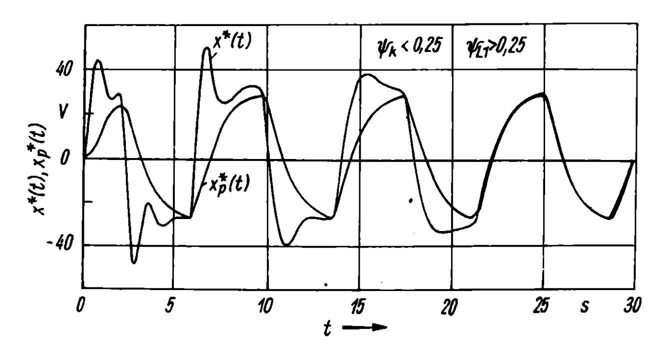


Bild 6. Ausgangssignal des adaptiven Systems [das Signal $x^*(t)$] und des Systems ohne Adaption [das Signal $x_p^*(t)$ für $\psi_0 = 2$; $\psi_1 = 0{,}5$; $\psi_2 = 1$; $\psi' = \psi_k = 0{,}2$

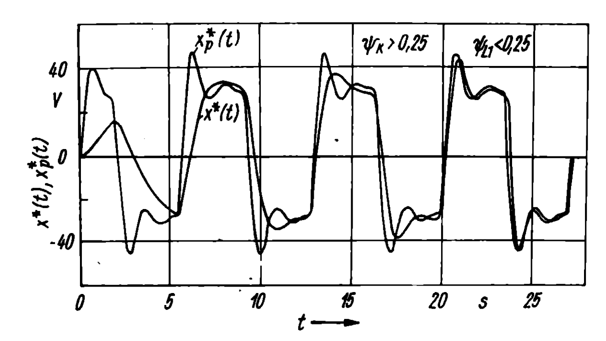


Bild 7. Ausgangssignal des adaptiven Systems [das Signal $x^*(t)$ und des Systems ohne Adaption [das Signal $x_p^*(t)$] für $\psi_0 = 2$; $\psi_1 = 0{,}2$; $\psi_2 = 1$; $\psi' = \psi_k = 0{,}5$

Wert ψ' ist. Aus den Bildern 6 und 7 folgt, daß das Rauschen im Identifizierungssystem einen sehr kleinen Einfluß auf das Ausgangssignal des adaptiven Systems hat. Das ist auf die filtrierende Wirkung der Integrale und Verzögerungsglieder im Identifizierungssystem zurückzuführen.

Schlußfolgerungen

Die in [1] und [2] beschriebene Methode der Optimierung der Identifizierung basiert auf der Voraussetzung der Kenntnis der Struktur des Objektes. Dies ist praktisch keine Vereinfachung der realen Situation, weil wir in der Praxis oft die Struktur des Objektes kennen. Wir können sie auf Grund der Analyse der Eingangs- und Ausgangssignale des Objektes bestimmen.

Die in [1] [3] und [4] erhaltenen Algorithmen der Identifizierung enthalten die Modelle der Objekte, ungeachtet dessen, daß sich die Methode der Optimierung der Identifizierung nicht auf bestimmte Modelle von Objekten bezieht. Das in der vorliegenden Arbeit betrachtete Objekt hat das Modell durch die Funktion $g(t)$ beschrieben.

Der unbekannte Parameter ist in der Methode der Optimierung der Identifizierung konstant. Jedoch läßt sich leicht feststellen, daß man den erhaltenen Algorithmus auch anwenden kann, wenn der Parameter langsam veränderlich ist.

Literatur

[1] *Rutkowski, D. A.:* Optimale Identifizierung an linearen Steuerungsobjekten. msr 14 (1971) H. 12, S. 468–471.

[2] *Rutkowski, D. A.:* Ausgewählte Probleme der adaptiven Steuerungssysteme (in polnisch). Dissertation am Institut für Technische Kybernetik der Technischen Universität Gdańsk/VR Polen 1968.

[3] *Rutkowski, D. A.; Wasilewski, L. P.:* Optimierung der Identifizierung und ihre Anwendung an einem Steuerungssystem (polnisch). Archiwum Automatyki i Telemechaniki 14 (1969) Nr. 3, S. 47–55.

[4] *Rutkowski, D. A:* Optimale Identifizierung des Leistungsverteilungskoeffizienten des Turbogenerators und ihre Anwendung zu einer adaptiven Steuerung. msr 13 (1970) H. 9, S. 342–345.

msr 389

D. M. BERKOVIČ

Probleme der wissenschaftlichen Leitung der Produktion in der UdSSR (Teil II)[1]

IA 6

Die Leitung der Produktion hat viele Aspekte. Aus diesem Grunde beschäftigen sich mit ihr eine Reihe von Wissenschaftsdisziplinen, wie die konkrete Ökonomie, die Theorie der automatischen Steuerung, die angewandte Mathematik, die Psychologie, die Soziologie u. a. Während aber jede dieser Disziplinen die Leitung stichprobenartig betrachtet, d. h. irgendwelche einzelnen Sphären untersucht, betrachtet die Leitungswissenschaft die Leitung der Produktion ganzheitlich.

Diese Vielzahl der Aspekte der Leitungswissenschaft ist nichts einmaliges. Immerhin werden solche Wissenschaften, z. B. die Physik, Chemie, Biologie und Ökonomie, als einheitliche Wissenschaften betrachtet, obwohl trotzdem jede für sich ein System von Wissenschaften darstellt. So existiert die Theoretische Physik, die Quantenphysik, die Kernphysik u. a. Es existiert ebenfalls eine organische, physikalische, radioaktive Chemie u. a. bzw. eine Molekularbiologie, Mikrobiologie u. a.

Aus diesem Grunde ist es vollkommen gesetzmäßig, wenn neben den lokalen Leitungsdisziplinen eine allgemeine Leitungswissenschaft entsteht, die z. Z. in der UdSSR aktiv entwickelt wird.

Eine tiefgehende Untersuchung der Leitungsprobleme auf einer wissenschaftlichen Grundlage wurde gegenwärtig in der UdSSR besonders aktuell.

3. Automatisierte Steuerungssysteme

3.1. Gesellschaftliche Bedürfnisse für die Entwicklung automatisierter Steuerungssysteme

In der gegenwärtigen Etappe des kommunistischen Aufbaus unter den Bedingungen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts und der ökonomischen Umformungen im Prozeß der Verwirklichung der Wirtschaftsreform im Lande ergaben sich in der Organisation und im Charakter der Produktion wesentliche Veränderungen. Die Maßstäbe der Betriebe vergrößern sich, es vertieft sich ihre Differentiation und Spezialisierung, und gleichzeitig wächst die Rolle der Wechselwirkungen und der Kooperation innerhalb der Industriezweige und zwischen den Industriezweigen. Gegenwärtig verstärkt sich die Intensivierung der technologischen Prozesse, es

[1]) Teil I erschien im H. 12/1972.

entstehen neue Prozesse, deren Steuerung in vielen Fällen ohne Automatisierung nicht möglich wäre. Die äußeren und inneren Beziehungen der Betriebe werden komplizierter, die für die Leitung notwendige Informationsmenge wächst wesentlich an, und gleichzeitig verringert sich die für ihre Verarbeitung geforderte Zeit. Das Wachstumstempo der Informationsmenge übersteigt das Wachstumstempo der Produktion wesentlich. In der Volkswirtschaft der UdSSR arbeiten über 200000 Betriebe, die einige Millionen Warensorten und Dienstleistungen erzeugen. Zur Gewährleistung der Leitung verarbeitet jedes Ministerium im Jahr über 500000 Dokumente.

Die Staatliche Plankommission der UdSSR verarbeitet zur Ausarbeitung des Jahresplans mehr als 7 Millionen Dokumente. Das sprungförmige Anwachsen der zu verarbeitenden Informationsmenge ist nicht nur für die Industriezweige und die Länder insgesamt kennzeichnend, sondern auch für jeden Betrieb im einzelnen. Nach angenäherten Abschätzungen ist das Anwachsen der Informationsmenge ungefähr dem Quadrat der Produktionsmenge proportional. Die allgemeine Information, die innerhalb der Gesellschaft ausgetauscht wird, verdoppelt sich ungefähr alle fünf Jahre.

Bis in die gegenwärtige Zeit war das intensive Anwachsen der zu verarbeitenden Informationsmenge von einer überaus langsamen Erhöhung der Arbeitsproduktivität der Arbeitskräfte im Leitungsapparat begleitet. Während die Arbeitsproduktivität in der produktiven Sphäre von 1850 bis 1950 um das 150fache stieg, hat sich in der gleichen Zeit in der Leitungssphäre die Arbeitsproduktivität nur verdoppelt. Eine einfache Vergrößerung des Leitungspersonals ermöglicht jedoch schon nicht mehr, die Probleme der Leitung unter den neuen Bedingungen zu lösen.

In Verbindung mit dieser Entwicklung ist eines der entscheidendsten und erstrangigen Probleme der Leitung in unseren Tagen die Mechanisierung und Automatisierung der Prozesse der Informationsverarbeitung im Maßstab des ganzen Landes. Insbesondere erhält die Entwicklung spezifischer Systeme, die die Bezeichnung „automatisierte Steuerungssysteme (ASU)" haben, große Bedeutung.

In Abhängigkeit von der Leitungsebene in der Leitungshierarchie sowie vom Umfang und dem Charakter der zu erfüllenden Funktionen unterscheiden sich die automatisierten Steuerungssysteme nach Funktion, Struktur, Dimension und der in ihnen verwendeten technischen Hilfsmittel. So steuern die automatisierten Steuerungssysteme technologischer Prozesse einzelne Prozesse, Werkanlagen, Aggregate. Dabei ist der Mensch fast vollständig aus dem Steuerkreis ausgeschaltet. Verwendet werden insbesondere die Mittel der lokalen Automatik. Das automatisierte Steuerungssystem von Betrieben ist für die Organisation der wirtschaftlichen Tätigkeit der Betriebe vorgesehen. Sein Einsatz verbessert die Ausnutzung der Arbeits- und der Materialressourcen sowie der finanziellen Ressourcen.

Die Arbeiten zur Entwicklung und Einführung der automatisierten Steuerungssysteme haben im ganzen Land einen großen Umfang angenommen. Viele hundert Betriebe der Industrie, des Transports und anderer Zweige der Volkswirtschaft, Hochschuleinrichtungen, wissenschaftliche Forschungszentren sowie Projektierungs- und Konstruktionsinstitute, gesellschaftliche Einrichtungen, Ministerien und deren Einrichtungen in den Unionsrepubliken sind in diese Arbeit mit einbezogen. Sie wird durch das System der Staatspläne vom Staatlichen Komitee für Wissenschaft und Technik beim Ministerrat der UdSSR, der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, der Akademie der Unionsrepubliken, den staatlichen Plankommissionen sowie den koordinierenden Plänen des wissenschaftlichen Rates der Akademie der Wissenschaften der UdSSR orientiert.

3.2. *Einige Beispiele für automatisierte Steuerungssysteme*

In den Jahren des laufenden Fünfjahrplans sollen hunderte und tausende von automatisierten Steuerungssystemen eingeführt werden.

Bei der Lösung dieser Aufgabe hat die sowjetische Wissenschaft schon wesentliche Ergebnisse erhalten. Es wurden die Prinzipien formuliert und die Methodik ausgearbeitet zur Untersuchung der Prozesse der Steuerung der Informationsströme in den Industriebetrieben. Weitgehend entwickelt sind die Entwicklungsprinzipien und die Funktionsprinzipien der automatisierten Steuerungssysteme. Bei der Ausarbeitung der methodischen Grundlagen für die Entwicklung der automatisierten Steuerungssysteme wurde eine umfassende Arbeit durchgeführt. Auf dieser Grundlage ergaben sich einerseits Verallgemeinerungen der angesammelten Erfahrungen, andererseits wurde die Projektierung neuer Systeme möglich.

Man kann ohne Schwierigkeiten eine Reihe von Beispielen für die in der UdSSR effektiv wirkenden automatisierten Steuerungssysteme anführen. In dem Moskauer Werk „Freser" wird mit Hilfe des automatisierten Steuerungssystems die operative Steuerung der technisch-ökonomischen Analyse und Planung realisiert. Hierbei geht es um die Analyse der Ergebnisse bei der Erfüllung der Produktionsaufgaben, die Berechnung der Quartals- und Jahrespläne, die Information über die Realisierung der Produktion, den Materialverbrauch u. a. Entsprechende Systeme werden in einigen anderen Werken erprobt.

Umfangreiche Aufgaben der Planung, der operativen Steuerung sowie der Abrechnung löst das automatisierte Steuerungssystem, das im Fernsehgerätewerk in Lvov arbeitet. Hier wird vom Pult des Hauptdispatchers die gesamte Steuerung des Werkes realisiert. Die Steuerung der einzelnen Abteilungen erfolgt vom Dispatcherpult der Abteilung Endfertigung sowie vom Pult der Dispatcherzentrale für Hilfsprozesse. Das Pult des Hauptdispatchers ist mit einer Anlage des industriellen Fernsehens, einem Selektor der Nachrichtentechnik, einem Magnetophongerät zur Aufzeichnung der Gespräche, einem Leuchttableau sowie einem Fernschreiber für die Aufzeichnung der operativen Information ausgerüstet. Entsprechend sind auch die Dispatcherpulte der Abteilungen ausgerüstet.

Eingeführt wird ein automatisiertes Steuerungssystem in die Blechwalzproduktion. In das System gehen ein: die Martins-Abteilung mit der Abteilung, in der die Zusammensetzung vorbereitet wird, dem Gießfeld, der Stripperabteilung und der chemischen Laboratorien; die Abteilung für Warmwalzen mit dem Brammenwalzwerk, dem Krammenlager, den Stoßöfen, den Wärmekolonnen, dem Wickellager und dem Lager für die Fertigproduktion.

Das System ist hierarchisch aufgebaut. Die erste Stufe enthält die unmittelbar am Arbeitsplatz angebrachten peripheren Anlagen zur Informationseingabe und -ausgabe. In dieses System der peripheren Anlagen gehen auch die Geber, die Pulte für die Informationseingabe von Hand, ein Kommando-Signalisationspult, eine Informationsanlage zur Abbildung der Information auf einer Elektronenstrahlröhre sowie eine alpha-numerische Schreibanlage ein. Die erste Stufe gibt dem Produktionspersonal Steuer- und Auskunftsinformation.

Über einen Nachrichtenkanal gelangt die Information in die zweite Stufe. Die zweite Stufe stellt eine Informations- und Steuerungsrechenanlage dar, die die Annahme, Verarbeitung,

automatisierungs-praxis



für Grundlagen, Gerätebau und Betriebserfahrungen der BMSR-Technik

(Auf dem Schmalblatt befinden sich Inhaltsangaben der mit einem ● versehenen Aufsätze)

Der Teil „automatisierungspraxis" dient der Qualifizierung der technischen Kader, den allseitigen Betriebserfahrungen mit installierten BMSR-Anlagen sowie den spezifischen Querschnittsfragen der Fachgebiete Meßtechnik, Prozeßüberwachung und automatische Steuerungstechnik. Hier werden in erster Linie Antworten auf die wesentlichen Fragen der Grundlagen der BMSR-Technik, des Gerätebaus und der Praxis der Automatisierungstechnik gegeben. Einen angemessenen Umfang räumt die „automatisierungspraxis" der Vorstellung neuentwickelter und produzierter Geräte aus der Industrie ein, die dem Anwender Hinweise für Wartung und Instandhaltung von Geräten und kompletten Einrichtungen geben, mit dem Ziel, Meß- und Regelungsmechaniker heranzubilden, die den Reparaturdienst selbst ausführen können. Speziell bei der Publizierung von Betriebserfahrungen kommerzieller Geräte soll hier eine breite Diskussionsebene für einen praktisch-technischen Meinungsstreit geschaffen werden.

Inhaltsverzeichnis

Januar 1973

Informationen, Berichte, Literatur

Aufsätze

Berichte

Premiere eines Erfahrungsaustausches

Bericht über die 1. Wissenschaftlich-technische Konferenz des Kombinates VEB Elektro-Apparate-Werke Berlin-Treptow

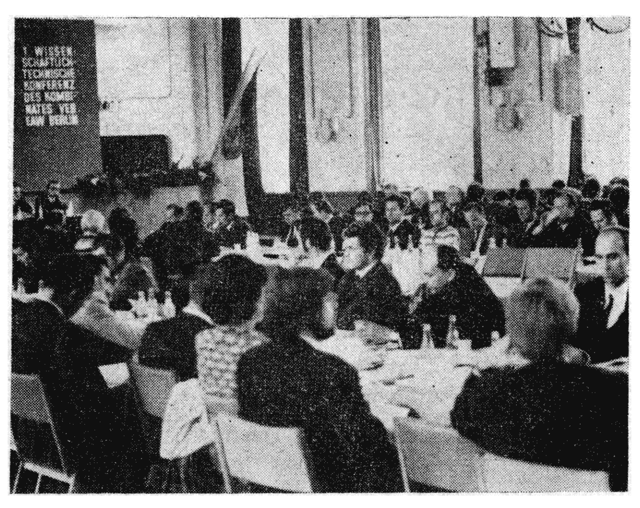


Bild. Während des Einführungsvortrages des Direktors des Kombinats EAW, *K. Eitner*, zum Thema „Das Kombinat EAW — Partner der Anwenderindustrie".

Foto: *Quint*/IfR

Vom 11. bis 13. Oktober 1972 führte das Kombinat VEB Elektro-Apparate-Werke die 1. Wissenschaftlich-technische Konferenz in Berlin-Treptow durch. Sie diente dem Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der Forschung, Entwicklung und Fertigung von Erzeugnissen des Kombinates mit in- und ausländischen Partnern. Die Thematik fand bei den 400 Teilnehmern der DDR und der sozialistischen Länder ein lebhaftes Interesse.

Neben 2 Übersichtsvorträgen wurden in 3 Sektionen 58 Vorträge gehalten:

„Rationalisierung in der Produktionsvorbereitung und -durchführung" (21), „Apparate und Einrichtungen der Starkstromtechnik" (15), Prozeßmeßwertverarbeitung (22).

Im folgenden wird auf die Vorträge der Sektion Prozeßmeßwertverarbeitung näher eingegangen.

1. Vortragsgruppe: Baugruppen (5 Vorträge)

Schwerpunkte bildeten die Vorträge über digitale Baugruppen in Dünnschichthybridtechnik und Baugruppen der elektrisch-analogen Informationsverarbeitung mit integrierten Operationsverstärkern.

Im Vortrag über digitale Baugruppen der Dünnschichthybridtechnik (ursalog S) des Kombinats VEB EAW wurde besonders auf das umfangreiche Typensortiment dieser Baureihe hingewiesen.

Seit 1971 befinden sich etwa 25 Typen elektronischer Baugruppen und 5 Stromversorgungsgeräte in Serienproduktion. Ab Oktober 1972 werden weitere 35 Typen elektronischer Baugruppen und 15 Typen Stromversorgungsgeräte serienmäßig hergestellt.

Die Vorteile dieser Baugruppen gegenüber der Ge-Technik sind: erhöhter Betriebstemperaturbereich, günstigere Anschluß- und Verdrahtungstechnik sowie verringerter Raumbedarf.

Während der Vortrag von *St. Wydżga*, PIAP Warschau, über Baugruppen der elektrisch-analogen Informationsverarbeitung mit integrierten Operationsverstärkern informierte, berichtete *R. Schmidt*, IfR Berlin, über Stand und Vorleistungen eines Gerätesystems der elektrisch analogen Informationsverarbeitung mit integrierten Operationsverstärkern.

Einen vielbeachteten Vortrag hielt *D. Niksch*, Kombinat Funkwert Erfurt, zum Thema MOS-Schaltkreise und ihre Stellung innerhalb der digitalen integrierten Schaltkreisfamilien.

Dabei wurden einige Vorteile dieser Schaltkreise, wie

— geringerer technologischer Aufwand bei der Herstellung
— Erzielung eines höheren Integrationsgrades
— Einführung der komplementären Schaltungstechnik herausgearbeitet.

2. Vortragsgruppe: Einrichtungen (8)

Neben dem Vortrag von *J. Kawecki*, PIAP Warschau, zu Fragen der Grundfunktion und des Aufbaues von Einrichtungen der Prozeßmeßwerterfassung und -verarbeitung standen Vorträge zum Thema der PEA 4000 (Prozeß/Ausgabe-Einrichtung) im Mittelpunkt dieser Gruppe. Während in einem Übersichtsvortrag der Systemaufbau beschrieben und eine Kurzcharakteristik der wichtigsten PEA-Blöcke gegeben wurde, informierten drei weitere Vorträge über spezielle Blöcke der PEA 4000:

Analog- und Digital-Eingabeblöcke
Analog- und Digital-Ausgabeblöcke
Aufbau und Wirkungsweise der Stromversorgung.

Zwei weitere Vorträge hatten unmittelbare Beziehung zur PEA 4000.

Der Standard-Interface SI 2.2 — eine standardisierte Nahtstelle zur Kopplung von Prozeßeingabe-/Prozeßausgabeblöcken mit einer Zentrale im Linienverkehr: In diesem Vortrag wurden neben allgemeinen Forderungen an ein Standard-Interface vor allem das Standard-Interface SI 2.2 erläutert, das sowohl national als auch innerhalb des RGW abgestimmt ist. Das wichtigste Anwendungsgebiet stellt gegenwärtig die PEA 4000 dar, die mit einem R 4000 oder R 4200 — Rechner der ROBOTRON-Familie — ein Prozeßrechnersystem bildet.

Abschätzung der Zuverlässigkeit komplizierter elektronischer Systeme der Prozeßmeßwertverarbeitung: Bei Zuverlässigkeitsuntersuchungen an der PEA 4000 wurden Funktionsgruppen, die sich bei Bauelementeausfällen gegenseitig beeinflussen, im Zuverlässigkeits-Logikplan als besondere Betrachtungseinheit zusammengefaßt. Ein Rechenbeispiel wurde angegeben.

3. Vortragsgruppe: Probleme der Vorlaufforschung (9)

Der Hauptvortrag dieser Gruppe von *M. Peschel*, TH Karl-Marx-Stadt, zum Thema „Die moderne Entwicklung der Theorie der Automatisierungstechnik", gab einen guten Überblick über Möglichkeiten und Grenzen der klassischen Systemtheorie sowie über neue Lösungsansätze auf diesem Gebiet.

Es folgten Ausführungen von *W. Graubner*, IfR, zur perspektivischen Entwicklung des Gerätesystems ursamat und von *A. Sydow*, IfR, Ausführungen über Grundlagen und Methoden der rechnergestützten Forschung und Entwicklung.

Zwei parallel angesetzte Vortragsgruppen hatten folgende Schwerpunkte:

— Zentralisierte Meßwerterfassungs- und Überwachungseinrichtung (ZME 1) des Kombinats VEB EAW Berlin-Treptow
— Aufbau und Einsatzgebiete zeitmultiplexer Fernwirkeinrichtungen

sowie

— Binärmustererkennung mittels linearer Klassifikation. Es werden drei lineare Klassifikatorfunktionen beschrieben, mit denen sich zahlreiche praktische Aufgaben wirkungsvoll bearbeiten lassen.

— Im Vortrag „Beschreibung verschiedener Flip-Flop-Arten durch rekursive Kontaktnetzwerke wird gezeigt, daß neben dem Schaltwerkgraphen und der charakteristischen Gleichung das Flip-Flop-Verhalten durch ein rekursives Kontaktnetzwerk hinreichend genau beschrieben werden kann. Weiterhin kann das synchrone und asynchrone Verhalten von Folgeschaltungen durch ein System von rekursiven Gleichungen beschrieben werden.

Der zweite Nachmittag der Konferenz war Rundtischgesprächen und Ausstellungsbesichtigungen vorbehalten.
In der Sektion Prozeßwertmeßverarbeitung fanden drei Rundtischgespräche statt:

— Probleme des Einsatzes der EDV in Forschung und Entwicklung
— Erfahrungen beim Einsatz der msr-Gerätetechnik zur Prozeßautomatisierung
— Zentralisierte Erfassung von Analogwerten.

Die Beteiligung und die Diskussion zeigten, daß dieser Erfahrungsaustausch für die Entwicklung, Herstellung und Anwendung lohnend ist.
Die Ausstellung, die Exponate aller Sektionen zeigte, war gut besucht und bot viele Ansatzpunkte zu Fachgesprächen in kleinem Kreise.

Unter anderem wurden gezeigt:

— ursalog S-Bausteine und Kassetten
— EGS-Baugruppen bis zum PEA-Schrank
— Komplette elektronische Zielsteuerung
— Digitalisiergeräte mit Rasterauflösung zum Zeichnen von Leiterplattenurbildern.

msr 4587 *K. Gärtner/H. Pankalla*

EDV-Einsatz beginnt mit Formalisierung der technischen Vorbereitung

Bericht über die Informationstagung „Automatisches Zeichnen“

Der Einsatz der Rechentechnik zur Automatisierung der technischen Produktionsvorbereitung war bisher im wesentlichen darauf gerichtet, technische Berechnungen und damit in Verbindung stehende Auswahlvorgänge zu programmieren und von EDV-Anlagen ausführen zu lassen. Es ist jedoch ein spezifisches Merkmal des Prozesses der technischen Vorbereitung, insbesondere der Projektierung und Konstruktion, daß ein großer Teil von Informationen in Zeichnungen dargestellt wird. Diesem offensichtlich objektivem Erfordernis muß bei dem Vorhaben, die Produktivität des Prozesses der technischen Vorbereitung durch weitgehenden Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung zu erhöhen, Rechnung getragen werden.

So hat sich in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Datenverarbeitung eine spezielle Entwicklungsrichtung, die grafische Datenverarbeitung, herausgebildet. Die Forschungsarbeiten auf diesem neuen Zweig der Informationsverarbeitung haben die Lösung folgender Aufgaben zum Ziel:

— Wie werden grafische Gebilde in die EDV-Anlage eingegeben?
— Wie erfolgt die rechnerinterne Darstellung der Objekte, so daß sich notwendige Operationen mit diesen Objekten (z. B. Zusammenfügen zu größeren Gebilden, Vergrößern, Verkleinern, Drehen, Schieben, Berechnung bestimmter geometrischer Größen) leicht durchführen lassen?
— Wie erfolgt die Umwandlung der rechnerinternen Darstellung in die externe Form zur Ausgabe?

Diese Aufgaben sind einerseits zu lösen für eine Reihe von vollständig formalisierbaren Teilprozessen der technischen Vorbereitung, mit denen bestimmte Klassen von Erzeugnissen automatisch projektiert oder konstruiert werden können. Zum anderen, und das ist eine weitaus schwierigere Aufgabe, gilt es, Lösungen für solche Prozesse zu schaffen, die nicht vollständig zu formalisieren sind, d. h., solche Prozesse, bei denen der technische Entwurf im direktem Wechselspiel zwischen Mensch und EDV-Anlage (Mensch/Maschine-Kommunikation über den Bildschirm) entsteht.

Um sowohl den zukünftigen Anwendern als auch den einzelnen Forschungsinstitutionen die neuesten Ergebnisse auf dem Gebiet der grafischen Datenverarbeitung, insbesondere hinsichtlich des Einsatzes automatischer Zeichengeräte, bekannt zu machen, wurde am 15. September 1972 in Leipzig die Informationstagung „Automatisches Zeichnen“ durchgeführt. Veranstalter waren die Kammer der Technik, Fachverband Elektrotechnik, und die Arbeitsgruppe „Automatisches Zeichnen“ der Wissenschaftlichen Sektion „Rationalisierung der technischen Vorbereitung der Produktion“. Auf dem Programm standen folgende Vorträge:

— zur Einordnung der Thematik:
  Dr. *Werler*, VEB Carl Zeiss JENA, Forschungsleitzentrum AUTEVO: Automatisches Zeichnen im Komplex AUTEVO

— zu allgemeiner Entwicklung der Systemunterlagen und Gerätetechnik:
  Dipl.-Math. *Lötzsch*, TU Dresden: Bemerkungen zu einer Sprache für die Informationsverarbeitung geometrischer Elemente
  Math. *Rogmann*, Institut für Schiffbau Rostock: Geräte und Grundsoftware zur geometrischen Datenverarbeitung im Rechenzentrum des Instituts für Schiffbau
  Dipl.-Ing. *Pfützner*, Institut für Schiffbau Rostock: AUGDAT — ein System zur grafischen Ausgabe geometrischer Daten
  Dr. *Kotzauer*, Universität Rostock: DIGRA 70 — ein Programmsystem zur Bearbeitung geometrischer Daten und Ausgabe auf Zeichenmaschine
  Dipl.-Ing. *Schiller*, ZOD des Bauwesens: Digitalisieren von zeichnerischen Darstellungen

— zu Anwendungsbeispielen in der Industrie:
  Dipl.-Ing. *Rodeck*, IZ Böhlen: Erstellung von isometrischen Rohrleitungsstrangzeichnungen mittels grafischer Datenverarbeitung
  Dipl.-Ing. *Häber*, Bauakademie der DDR: Anwendungen des automatischen Zeichnens im Bauwesen
  Koll. *Eckhardt*, VEB Werkzeugmaschinenbau Karl-Marx-Stadt: Grafische Auswertung der Analyse von Koppelgetrieben

— zur Ökonomie:
  Dipl.-Ing. *Ebert*, TU Dresden: Ökonomie des automatischen Zeichnens

Durch gute Organisation und Vortragsweise ist das Ziel dieser Tagung, einen Überblick über den Stand des automatischen Zeichnens in der DDR zu geben, erfüllt worden. Eine erste Auswertung hat ergeben, daß eine Reihe von Kontakten zwischen Forschungsinstitutionen und Anwendern entstanden sind und daß der Wunsch besteht, eine solche Tagung 1973 oder 1974 zu wiederholen.
Für Interessenten stehen bei der Leitung der Arbeitsgruppe „Automatisches Zeichnen“ in der Bauakademie der DDR, Institut für Wissenschaftsorganisation und Informationsverarbeitung, Themenkollektiv „Automatisches Zeichnen“, 104 Berlin, Hannoversche Str. 30, noch Kurzreferate der Vorträge zur Verfügung.

msr 4556 *V. Teich*

Betrachtungen zum System ursamat im Zusammenhang mit der Leipziger Frühjahrsmesse 1973

Zur Leipziger Frühjahrsmesse 1973 werden eine Reihe neuer Baugruppen, Geräte und Einrichtungen sowie problemorientierte Lösungen aus dem System ursamat vorgestellt.

Im wesentlichen ist der Übergang zur zweiten Generation des Systems abgeschlossen und auch der Einsatz des ursamat mit oder ohne Prozeßrechner gegeben (der VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow demonstrierte das 1972 mit „ursamat K 4000").

Damit kam es in der jüngeren Vergangenheit weniger darauf an, wesentlich Neues zu schaffen, als vielmehr das vorhandene Grundsortiment der Erzeugnisse so zu erweitern, daß die Einsatzbreite auf weitere Gebiete ausgedehnt werden kann und auch in gewissem Sinne bisherige Randprobleme der Rationalisierung und Automatisierung in den einzelnen Industriezweigen und sonstigen Wirtschaftsbereichen gelöst werden können.

Bedarfsträger werden bestätigen, daß das Hauptaugenmerk zu vollem Recht darauf gelegt wurde,

- das vorhandene Sortiment an Baugruppen und Geräten zu vervollständigen, um die Einsatzbreite und Universalität zu erhöhen,
- aus diesem vervollständigten Sortiment für weitere Bedarfsfälle, wie sie sich beispielsweise aus der Erdgas- und Erdölübertragung und -verarbeitung ergeben, Einrichtungen für die Fernmessung und Fernsteuerung sowie die Meßwertverarbeitung mit oder ohne Rechner zu konfektionieren,
- spezifische, anwendungsorientierte Problemlösungen zu schaffen, die Bedarfsträgern, wie der Landwirtschaft und der Nahrungsgüterwirtschaft, die z. Z. noch nicht in genügendem Maße über Projektierungskapazität und Spezialisten auf dem Gebiet der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik verfügen, bei der Lösung ihrer Aufgaben und der Steigerung der Arbeitsproduktivität zu helfen (in solchen Wirtschaftszweigen liegen noch die größten Reserven)
- das Angebot an Systemunterlagen insgesamt zu erhöhen.

Die Leipziger Frühjahrsmesse demonstriert auch einmal mehr, daß die vor einigen Jahren durchgeführten Abstimmungen im Rahmen des RGW zum Universellen Steuerungs- und Regelungssystem, URS (ursamat ist bekanntlich die daraus abgeleitete nationale Variante), sowie die Zusammenarbeit zur Schaffung des Einheitlichen Systems der elektronischen Rechentechnik, ESER, ihre Früchte trägt.

Kopplung der Geräte der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik der RGW-Länder, die gegenseitige Vervollständigung des Sortimentes, ob zugunsten der Fertigung in einem Land spezialisiert oder nicht, ist heute eine der Formen der sozialistischen ökonomischen Integration der RGW-Länder. Die Kopplung der Erzeugnisse aus dem System ursamat mit Prozeßrechnern der sowjetischen Produktion ist praktiziertes Beispiel.

Der Besucher der Leipziger Frühjahrsmesse 1973 wird sich von den Ergebnissen der bi- und multilateralen Zusammenarbeit und den fortschreitenden Ergebnissen der ökonomischen Integration im RGW überzeugen können.

Ein weiteres wird dem aufmerksamen Betrachter nicht entgehen:

Die DDR ist seit ihrem Bestehen bestrebt, mit allen Völkern friedlichen Handel zu treiben. Was liegt also näher, als sich auch auf die Bedürfnisse solcher Länder einzustellen, die nicht Mitgliedstaaten des RGW sind und mit denen Abstimmungen zu einem universellen Steuerungs- und Regelungssystem nicht stattfinden konnten. In solchen Ländern sind z. T. elektrische Signalpegel eingeführt, die von denen des ursamat-Systems abweichen. Aus diesem Grunde wurden an den notwendigen Abschnitten in der Gerätetechnik eines Regelkreises elektrische Schaltungen so entworfen, daß entsprechend den Wünschen das Einheitssignal 0 bis 5 mA (ursamat), oder auch 0 bis 20 mA oder 4 bis 20 mA realisiert werden.

Im folgenden soll auf nur einige wenige Geräte aufmerksam gemacht werden, die der VEB Kombinat Meß- und Regelungstechnik Dessau mit den ihm zugeordneten Betrieben als dem bedeutendsten Produzenten von Erzeugnissen des Systems ursamat in der DDR zur Leipziger Frühjahrsmesse 1973 vorstellt.

1. VEB Meßgerätewerk „Erich Weinert" Magdeburg

Dieser Betrieb hat das Sortiment der Gerätereihe in Nulltrend-Technik (ursacord Nulltrend-Reihe) weiter vervollständigt sowie Zusatzgeräte geschaffen, die die Einsatzbreite erhöhen. So u. a. durch die folgenden Entwicklungen:

1.1. *Gerät für die Grenzwertüberwachung mehrerer Meßstellen*

Als Zusatzgerät zum Betriebsmotorkompensator BMKV 100 (Vielfach-Punktdrucker) wird eine Sechsfach-Signaleinrichtung angeboten. Die Aufgabe besteht darin, Überschreitungen von vorgegebenen Grenzwerten für maximal sechs Meßstellen optisch und akustisch zu signalisieren und dieses Signal bis zur Quittierung zu speichern.

1.2. *Potentialtrennglied APX 01*

Dieses Potentialtrennglied dient zur galvanischen Trennung der im explosionsgefährdeten Bereich einer Industrieanlage befindlichen Geräte von denen im nicht explosionsgefährdeten Bereich, z. B. der Meßwarte.

Mit dem APX 01 steht nunmehr ein universell einsetzbares Gerät von hohem technischen Niveau zur Verfügung. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung dafür geschaffen, in der chemischen Industrie ein durchgehend modernes System elektronischer Meß- und Regelungsgeräte einzusetzen.

1.3. *Elektronischer Meßumformer*

Das Gerät dient der Umwandlung der elektrischen Größen „Spannung, Strom und Widerstand" in ein elektrisches Einheitssignal.

Der Umformer ist mit Siliziumtransistoren ausgerüstet und arbeitet ohne Steuergalvanometer. Verstärker und Netzteil sind in getrennten Gehäusen untergebracht, wobei der Verstärker auch im Freien montiert werden kann.

Bei Thermoelementeanschluß kann eine automatische Vergleichsstellentemperaturkompensation (wodurch sich der Einsatz eines Thermostaten erübrigt) und eine Thermoelementebruchsicherung eingebaut werden. Meßbereichsunterdrückungen lassen sich ohne zusätzliche Einrichtungen realisieren.

2. VEB Junkalor Dessau

Dieser Betrieb, Stammbetrieb des Kombinates Meß- und Regelungstechnik, stellt sowohl problemorientierte Lösungen als auch Neu- und Weiterentwicklungen von Gasanalysegeräten vor.

2.1. *Infralyt URS*

Dieser Infralyt — Nachfolger des bewährten Infralyt III — arbeitet nach dem Prinzip der Infrarot-Absorptionsmethode und dient der laufenden quantitativen Bestimmung von Gaskomponenten im Spurenbereich, insbesondere bei hohen Konzentrationen. Der kleinste Meßbereich z. B. für CO beträgt 0 bis 100 ppm, für CO_2 0 bis 50 ppm. Grundsätzlich können Gase, die aus zwei oder mehr Atomarten aufgebaut sind, gemessen werden.

Alle Funktionseinheiten des Infralyt URS sind in einem modernen Einheitsgehäuse des Einheitsgerätesystems (EGS) der Schutzart IP 54 montiert. Als Ausgangsgröße liefert das Gerät die ursamat-Einheitssignale 0 bis 5 mA und 0 bis 10 V.

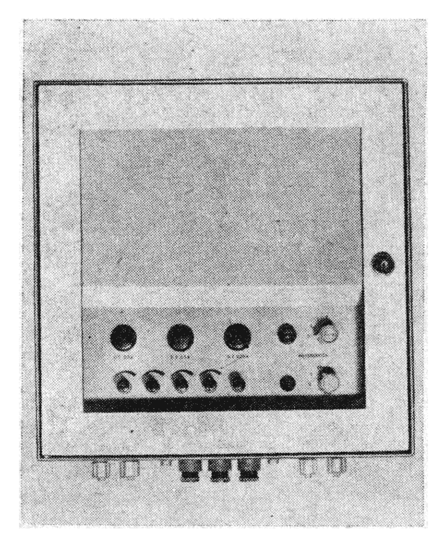


Bild 1. Permolyt 2 (VEB Junkalor Dessau) Foto: *M. Blank*, Köthen

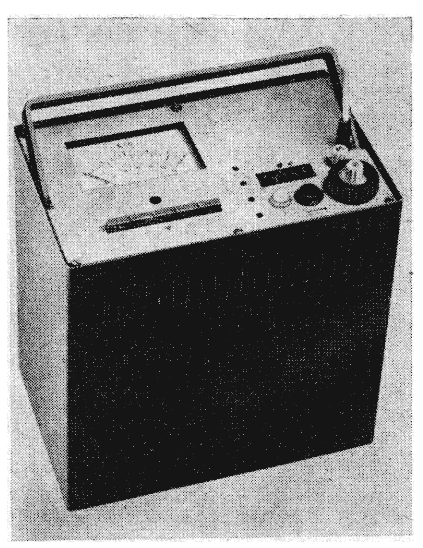


Bild 2. Infralyt T (VEB Junkalor Dessau Foto: PGH „Die Camera", Dessau)

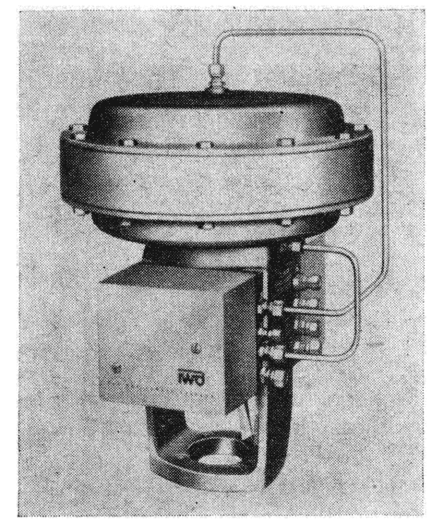


Bild 3. Positioner, Weiterentwicklung (VEB Reglerwerk Dresden)

2.2. *Permolyt 2* (*Bild 1*)

Dieser nach dem thermomagnetischen Prinzip arbeitende Gasanalysator dient der kontinuierlichen Messung des Sauerstoffanteiles in Gasgemischen. Das Gerät stellt eine Weiterentwicklung des bisherigen Permolyt dar und weist neben seiner modernen Gestaltung (EGS-Gehäuse) eine Reihe von Vorteilen auf, wie

- einfaches Korrigieren der Meßempfindlichkeit
- hohe Konstanz der stabilisierten Brückenspannung
- bequemer Zugang zu den elektrischen Anschlüssen
- modernste, servicegerechte Konstruktion, Baukastenprinzip
- störungs- und wartungsarmer Betrieb, hohe Betriebssicherheit.

Das elektrische Meßsignal wird mittels Drehspulschreiber oder Motorkompensator registriert, angezeigt oder für die Regelung weiterverarbeitet.

2.3. *Infralyt T* (*Bild 2*)

Der volltransistorisierte Infralyt T stellt eine Weiterentwicklung des in vielen Ländern approbierten Infralyt-Abgas dar, der jedoch noch röhrenbestückt war. Das Gerät wurde in den wesentlichsten Baugruppen wie Optik, Verstärker und Netzteil völlig überarbeitet und hat Gebrauchswerteigenschaften, die höchsten Anforderungen genügen.

Die Anwendungsbreite dieser tragbaren Geräte konnte bei gleichen Abmessungen wie sein Vorgänger wesentlich verbessert werden. Meßbereichserweiterung um eine Zehnerpotenz nach unten und die Öltemperaturmessung sind nur zwei Beispiele.

Das Gerät dient hauptsächlich zur Überprüfung der Kraftfahrzeugabgase auf deren CO-Gehalt und damit der richtigen Vergasereinstellung. Es sichert eine geringe Luftverunreinigung bei guter Motorleistung.
Neben CO können aber auch andere, aus verschiedenen Atomarten aufgebaute Gase, wie CO_2, CH_4, quantitativ gemessen werden.

Durch sinnvoll zusammengestellte Zusatzeinrichtungen wurde dem Infralyt T ein weiter Anwendungsbereich erschlossen. Jetzt können auch die CO-Messung an Dieselmotoren (0 bis 2500 ppm) und die Bestimmung des n-Hexan-Gehaltes (0 bis 2000 ppm) in Abgasen von Kraftfahrzeugen durchgeführt werden.

Das Gerät wird vorzugsweise von Kraftfahrzeug-Werkstätten und Institutionen für die Überwachung der Luftverunreinigung angewendet.

3. VEB Reglerwerk Dresden

Dieser Betrieb — führender Hersteller pneumatischer Steuerungs- und Regelungstechnik in der DDR — bietet inzwischen ein umfassendes Programm von Geräten in Nulltrend-Technik (pneumatisch, analog) bis hin zur rechnergeführten Regelung (Bild 3). Soweit es die unterschiedlichen Hilfsenergiearten zulassen, setzt dieser Betrieb gleiche Baugruppen wie der VEB Meßgerätewerk „Erich Weinert" Magdeburg für sein Nulltrend-Geräteprogramm für elektrische Hilfsenergie ein.

Die zweite Hauptarbeitsrichtung dieses Betriebes liegt in der Entwicklung und Fertigung des pneumatischen Steuerungssystems DRELOBA. Bereits seit längerer Zeit technisch gelöst, wird die Einführung von Fluid-Modulen an einem Demonstrationsmodell vorgestellt.

Die Ergänzung des DRELOBA-Systems durch fluidische Schaltkreise spricht erneut für das hohe technische Niveau dieses Systems. Damit sind die Vorteile

- der hohen Signalübertragungsgeschwindigkeit,
- des steigenden Grades der integrierten Verschaltung,
- der nahezu unbegrenzten Lebensdauer

verbunden.

Die Kombinationsmöglichkeiten zu vorhandenen Geräten und Systemen wurden berücksichtigt.

mrs 4561 *H. Stiller*

Kolloquien zur Leipziger Frühjahrsmesse 1973

Der Fachverband Elektrotechnik der KDT führt während der Leipziger Frühjahrsmesse folgende Kolloquien mit internationaler Beteiligung durch:

1. Leistungselektronik
   Leipzig-Information, Sachsenplatz; 13. und 14. März
2. Das Mikrofilmsystem PENTACTA
   Tagungsort: Ingenieurschule „Rosa Luxemburg", 701 Leipzig, Gustav-Freytag-Straße; 16. und 17. März (Vorlage des vollständigen Vortragtextes (30 min:) 15. Januar 1973)

Die thematischen Schwerpunkte des Kolloquiums Leistungselektronik sind folgende: Die Bedeutung der Leistungselektronik für die Automatisierungstechnik; Betriebssicherheit von Anlagen; Bausteinsysteme der Leistungs- und Steuerungselektronik als Voraussetzung zur rationellen Projektierung und Fertigung von Automatisierungsanlagen der Leistungselektronik; Rationalisierung der Produktion mit den Mitteln der Leistungselektronik.

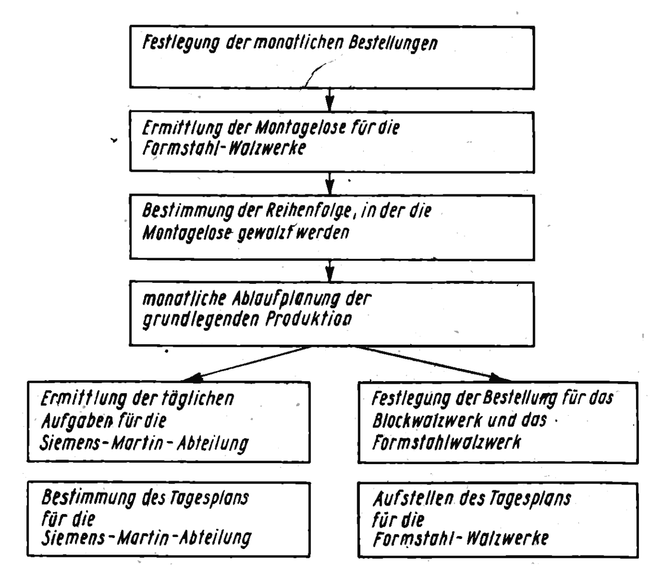
Anschrift: DDR-108 Berlin, Clara-Zetkin-Str. 115 bis 117; Tel.: 225531.

Neue Geräte

System der operativen Produktionsplanung für große Metallurgiebetriebe in der UdSSR

Das „Zentrale Forschungsinstitut für komplexe Automatisierung" (Moskau 66, Olchovskaja 25) entwickelte ein System zur operativen Produktionsplanung für große Metallurgiebetriebe. Das System dient der Automatisierung der Prozesse bei der Aufstellung der Tages- und Monatspläne in den technologischen Abschnitten des Komplexes „Stahl und Walzgut" sowie der Durchführung operativer Berechnungen und Abrechnungen der Produktionstätigkeit.

Das System erfüllt folgende Funktionen: Sortierung der im Werk eintreffenden Bestellungen nach bestimmten Kennzeichen; Aufstellung und Korrektur der monatlichen, wöchentlichen, täglichen und auf eine Schicht bezogenen Arbeitspläne in den wichtigsten Produktionsabschnitten; Aufstellung täglicher und monatlicher Abrechnungsdokumente; Beantwortung von Anfragen (in vorgegebener Form) über den Verlauf der Realisierung der Anordnungen und Bestellungen sowie über den Zustand der Produktion im laufenden Zeitmoment.



Zur Lösung der im Bild gezeigten Aufgaben arbeitet im Werk ein Rechenzentrum, das mit dem Universalrechner MINSK-22 und den entsprechenden peripheren Anlagen ausgerüstet ist.

Der Informationsaustausch zwischen dem Rechner und den entsprechenden Abonnenten erfolgt über spezielle Zentren zur Aufnahme und Übertragung von Information mit Hilfe der Telegrafie und der Fototelegrafie. Diese Zentren sind auf alle technologischen Linien des Komplexes „Stahl und Walzgut" verteilt.

Eine vorläufige technisch-ökonomische Analyse zeigte, daß durch die Einführung eines solchen Systems ein ökonomischer Effekt von 2 bis 3% des jährlichen Betriebsgewinns erzielt werden kann. Dabei wird sich diese Anlage in weniger als 3 Jahren amortisieren.

msr 4497

Durchflußmesser im Koffer

Dieser Labor-Durchflußmesser Typ LD ist ein Universalgerät zur Erfassung der Durchflußstärke gasförmiger oder flüssiger Medien in Schlauch- oder Rohrleitungen. Das Gerät erfaßt einen großen Meßbereich, erlaubt es, die Meßrohre leicht auszuwechseln und Schlauch- oder Rohrleitungen verschiedener Größen anzuschließen. Das Gerät eignet sich für den Einsatz bei mittleren Betriebsdrücken; die Erfassung aggressiver Medien ist möglich.

Fünf Meßrohre mit Skale, bezogen auf das Medium Wasser (bei 15 °C) oder das Medium Luft (+20 °C/760 Torr), oder 5 Meßrohre mit Einheitsskale (0 bis 100 Skalenteile) und ansteckbare, auf ein bestimmtes Medium geeichte Zusatzlineale ermöglichen die Messung der Durchflußstärke im Bereich von 0,2 bis 1000 l/h (bezogen auf Wasser) oder 2 bis 18000 l/h (bezogen auf Luft).

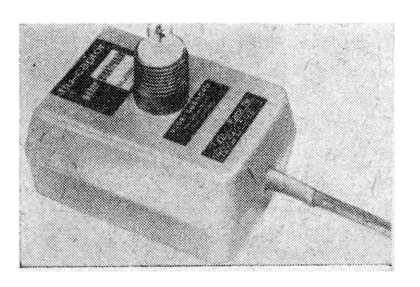
Alle zum Gerät gehörenden Baugruppen und Elemente sind in einem Koffer untergebracht.

Hersteller: VEB MLW Prüfgeräte Werk Medingen, DDR-8101 Medingen.

msr 4494

Elektronischer Strömungswächter

Das Gerät ist mit temperaturabhängigen Halbleitern bestückt, die elektrisch geringfügig aufgeheizt und die durch die Strömung verursachte Wärmeabfuhr infolge Widerstandsänderung zur Signalabgabe ausgenutzt werden. Es ist temperaturkompensiert und arbeitet bei Mediumtemperaturen zwischen 0° und +90 °C (Bild). Das Gerät läßt sich sowohl in flüssigen als auch gasförmigen Medien einsetzen; es besitzt einen Einstellregler zur Wahl des jeweiligen Mediums. Der Meßkopf besteht aus Teflon mit eingepreßten Glaspillen, ist in aggressiven Medien einsetzbar und hat ein 3/4" Anschlußgewinde.



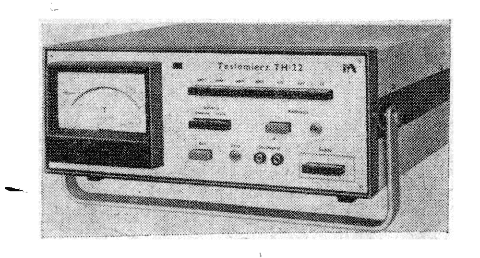
Das Gerät stellt einen kompakten, in Gießharz vergossenen Schalter dar und ist wahlweise mit Thyristorausgängen zum kontaktlosen Schalten von Schützen, mit Transistorausgängen zum Ansteuern von Elektronikschaltungen sowie mit Ruhestrom- oder Arbeitsstromcharakteristik lieferbar. Die Geräte mit Arbeitsstromcharakteristik haben die für Überwachungsgeräte äußerst wichtige Eigenschaft der Selbstkontrolle. Eventuelle Störungen des Gerätes werden als Strömungsausfall signalisiert.

Hersteller: Weber — Elektronik GmbH & Co., Sushörn/BRD

msr 4398

Teslameter zur Messung ruhender und wechselnder magnetischer Induktionswerte

Das im Institut für angewandte Kybernetik der Polnischen Akademie der Wissenschaften ausgearbeitete Meßgerät für magnetische Induktion im ruhenden und wechselnden Magnetfeld setzt sich aus einer Hallfeldsonde, einem Verstärker, einem Meßinstrument und stabilisierten Stromversorgungen zusammen (Bild). Wird eine mit Steuerstrom beaufschlagte Hallfeldsonde in einem magnetischen Kraftlinienfeld angeordnet, so erhält man am Ausgang eine der magnetischen Induktion verhältnisgleiche Signalspannung, die im transistorisierten Wechselstromverstärker verstärkt und unmittelbar zur Anzeige gebracht wird.



Technische Daten

Wechselfeldfrequenz	20 bis 1000 Hz
Meßbereiche (in Tesla)	0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5; 2
Genauigkeitsklasse	2,5%
Umgebungstemperatur	0 bis 50 °C
Netzanschluß	190 bis 240 V, 50 Hz
Abmessungen	345 mm × 250 mm × 120 mm
Masse	8 kg
Abmessungen der Sonde	2,3 × 10, 125 mm (ohne Griff)

Mitteilung aus dem Polnischen Informations- und Kulturzentrum Berlin (25/DRP-4/72).

msr 4478

Aquanal

Aquanal ist der Typenname einer automatischen Analysatorserie, die durch das Zentrallaboratorium für Meßtechnische Forschung (MKKL), Budapest, in Kooperation mit der Fa. Bran und Lübbe, BRD, hergestellt und vertrieben wird. Das Gerät untersucht die mit einer entsprechend selektiven Hilfsreaktion vorbereitete Probe mit der photometrischen Methode und mißt die Lichtabsorption der farbigen Reaktionsprodukte. Das Signal des mit zwei Lichtbahnen arbeitenden Photometers wird in der aus integrierten Stromkreisen aufgebauten Signalverarbeitungseinheit verstärkt, mit der Vergleichsmethode gemessen und weitergegeben. Die Einrichtung kann auch an Regelkreisen mit 0,20 mA Ausgang angeschlossen werden. Die Konstruktion ermöglicht auch die nacheinander folgende Untersuchung von mehreren Proben. Mit den verschiedenen Typen der Aquanal-Geräteserie können Silikar, Hydrasin, Phosphat, Härte oder freies Chlor, Ammonia, Wasserstoff, Phenol, Fluor und Mangan in Spuren festgestellt werden.

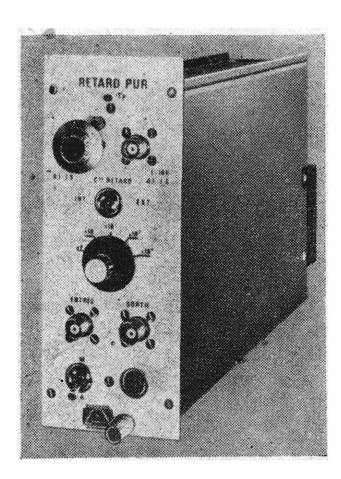
Hersteller: MKKL, Budapest 5/Ungarische VR, Postfach 205.

msr 4548

Modul „Reine Verzögerung" für Analoge Signale

Das Gerät dient zum Einspeichern und zur vollständigen Wiedergabe von numerischen Signalen.

Der Modul bewirkt eine zeitliche Verschiebung eines analogen Signals. Die eingeleitete Verzögerung kann von 10 ms bis 10000 s in Bereichen mit einem Stufensprung von 1 zu 10 gewählt werden; innerhalb jedes Bereiches wird diese Verzögerung entweder von Hand an einem Potentiometer oder automatisch durch eine äußere Spannung (1 bis 10 V) gesteuert.



Das Gerät wird u. a. bei der Steuerung in der Verfahrenstechnik angewendet; denn die Fördervorgänge für Feststoffe oder flüssige bzw. gasförmige Medien erfordern eine oftmals unterschiedliche Zeit zwischen dem Augenblick der Messung und dem Augenblick der Verwendung des Stoffes. Der Modul ermöglicht es dann, die elektrische Information mit dem physikalischen Ereignis zusammenfallen zu lassen.

Das analoge Eingangssignal wird je nach der verlangten Genauigkeit in eine numerische Information mit 6, 8 oder 10 binären Zeichen umgesetzt. Diese numerische Information wird dann in versetzten Registern eingespeichert, die 100, 200 oder sogar 1000 aufeinanderfolgende Bemusterungen des Eingangssignals aufnehmen können. Die Wiedergabe des analogen Signals erfolgt am Ausgang nach einer numerisch-analogen Umsetzung.

Technische Daten

Analoger Eingang: von −10 bis +10, von 0 bis 10 mA; von 1 bis 5 mA; von 4 bis 20 mA; von 10 bis 50 mA.

Analoger Ausgang: von −10 bis +10 V (max. 50 mA); von 0 bis 10 mA; von 1 bis 5 mA; von 4 bis 20 mA; von 10 bis 50 mA (max. 32 V).

Mindestverzögerung: 10 ms, 20 ms, 50 ms oder 100 ms

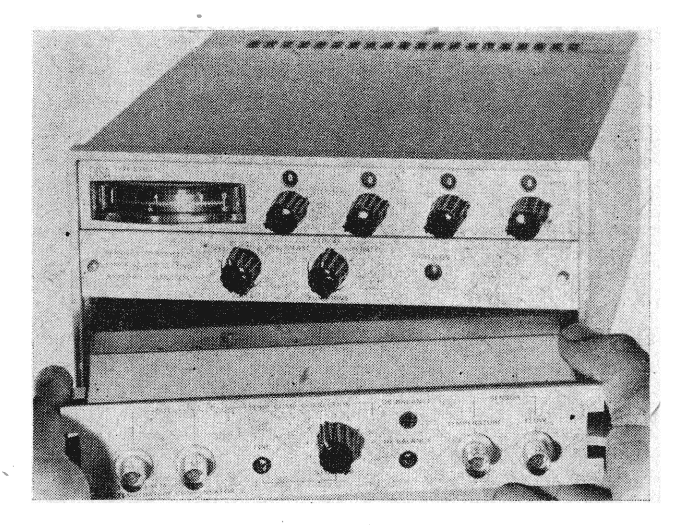
Maximale Verzögerung: bis 10000 s.

Hersteller: Société ALSTHOM, Laboratoire de Recherche et de Developpement, 91-Massy/Frankreich.

msr 4550

Temperaturkompensiertes Hitzdraht-Anemometer

Temperaturschwankungen in einer Strömung, deren Geschwindigkeit mittels eines Hitzdraht- bzw. Heißfilm-Anemometers gemessen wird, ergeben normalerweise einen systembedingten Meßfehler. Die unter der Bezeichnung Temperaturkompensator 55M14 angebotene Einheit arbeitet mit zwei identischen Fühlern bei konstanter Überhitzung (einem Geschwindigkeits- und einem Temperaturfühler), die sowohl



als Draht- als auch als Filmsonden mit positivem Temperaturkoeffizienten aufgebaut sein können. Das bedeutet, daß sich Temperaturschwankungen sowohl in gasförmigen als auch in flüssigen Medien kompensieren lassen. Die Reaktionszeit der Kompensierung ist abhängig von den benutzten Sonden sowie von der Größe der zu messenden Strömungsgeschwindigkeit. Für eine typische Drahtsonde (5 μm Dmr. Wolframdraht) beträgt sie bei 100 m/s Luftgeschwindigkeit etwa 5 ms; die obere Grenzfrequenz für die Messung von Schwankungen der Strömungsgeschwindigkeit liegt bei 50 kHz.

Hersteller: DISA ELEKTRONIK A/S, DK-2730 Herlev/Dänemark.

msr 4547

Steuerrechner RPP 16

TESLA stellte zur Internationalen Messe Brno/ČSSR 1972 den neuen Steuerrechner RPP 16 vor. Hierbei handelt es sich um einen wörtlich orientierten Bimetall-Einadress-Digitalrechner der dritten Generation, der aus Modulationselementen aufgebaut ist und in Verbindung mit Gebern wie Thermometern, Manometern, Horizontalkreiseln, Durchflußmessern, Ausgängen der Frequenzautomatiken und mit Hilfe eines Lochstreifenabtasters imstande ist, komplizierte technologische Vorgänge zu steuern. Die Peripherie verfügt über einen Magnetspeicher, eine Datenübertragungseinrichtung, einen Drucker und eine Abbildungseinheit.

Hersteller: TESLA, Elektronik und Schwachstromtechnik, Prag 2/ČSSR, Karlovo nam. 7.

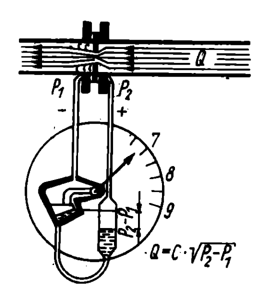
msr 4544

ap-Lexikon

Betriebsmeßtechnik (29)[1]

Schwimmermengenmesser (eigentlich Schwimmer-Volumenstrommesser)	mercury float type mechanical flow meter поплавковый расходомер

Meßumformer zur Wandlung des an einer Drosselstelle (↑ Blende, ↑ Düse, ↑ Venturidüse) durch ein strömendes Medium hervorgerufenen Differenzdrucks in einen Zeigerausschlag oder zur Abbildung dieses Differenzdrucks auf einen Widerstand als Signalträger. Der S. stellt ein U-Rohr-Manometer dar (s. Bild), mit dessen Quecksilberfüllung sich



ein Schwimmer bewegt. Diese Bewegung wird meist über eine Magnetkupplung auf das Anzeigewerk des Gerätes oder auf den Schleifer eines Potentiometers übertragen. In Verbindung mit mechanischen oder elektrischen Integratoren können S. auch zur Volumenzählung eingesetzt werden

Segerkegel — Seger cone — конус Зегера

Kegelförmige Körper aus Silikatgemischen, die je nach Zusammensetzung Erweichungspunkte zwischen 600 und 2000 °C haben. Die S. werden, satzweise nach Erweichungspunkten gestuft und von außen sichtbar, in Brennöfen der keramischen Industrie eingesetzt, so daß beim Temperaturanstieg innerhalb des Ofens aus der Form der teilweise zusammengesunkenen Kegel auf die Ofentemperatur geschlossen werden kann. RA 27.

Sekundärgerät (auch Ausgeber) — indicating or recording display instruments — вторичный ирибор

S. sind Anzeige- und Registriereinrichtungen für den Werteverlauf von Signalen am Ausgang einer Meßeinrichtung oder einer Einrichtung zur Informationsverarbeitung und dienen damit der Informationsausgabe an den Menschen. Die Einführung von Einheitssignalen erlaubt die Verwendung weniger S. für alle analogen Signalträger. Bei genügend hohem Energiepegel können normale Drehspulgeräte bzw. normale Manometer und Druckschreiber als S. verwendet werden.

Für binäre Signale sind als S. elektronische und elektromechanische Zähleinrichtungen sowie Geräte zum Ausdrucken der Werte üblich. Kodierte Signale können ebenfalls von entsprechenden S. angezeigt (auch Großsichtanzeige) und registriert werden.

[1]) Auszugsweise Nachveröffentlichung des Bandes 54 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK von *G. Jeschke*, erschienen im VEB Verlag Technik, Berlin.

Das Lexikon ist nach deutschsprachigen Stichwörtern geordnet, soweit das möglich ist. Die Abkürzung RA weist auf Bände der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK hin.

Ein [—] bedeutet, daß dieser Begriff gegenüber dem Band eine Kürzung erfahren hat. Ein Pfeil (↑) weist darauf hin, daß das folgende Wort Stichwort des Lexikons ist.

Signal — signal — сигнал

Ein S. ist eine vom Verlauf einer ↑ physikalischen Größe getragene Zeitfunktion (bzw. deren Momentanwert), die den ↑ Werteverlauf einer anderen Größe, der signalisierten Größe, abbildet. Die Abbildungsmöglichkeiten hängen dabei von der Anzahl der als ↑ Informationsparameter geeigneten Eigenschaften der tragenden Größe (des Signalträgers) ab. Dabei hat das S. die Dimension seines Trägers.

So sind z. B. bei Gleichspannungs- und Drucksignalen zwei (Amplitude und Vorzeichen) und bei Wechselspannungssignalen drei (Amplitude, Frequenz, Phase) Eigenschaften des Signalträgers als Informationsparameter geeignet.

Im Rahmen der Betriebsmeßtechnik ist die signalisierte Größe eine im Prozeß gemessene Größe, die als meßwertabhängiges S. einer Steuerungs- oder Regelungseinrichtung zugeführt werden soll, um den Prozeß zu überwachen oder zu beeinflussen.

Beispiel:

Am Ausgang eines zur Temperaturmessung benutzten ↑ Thermoelements sind

signalisierte Größe:	Temperatur
Signalart:	analoges Signal
Signalträger:	Gleichspannung
Dimension des Signals:	Gleichspannung
Informationsparameter:	Amplitude

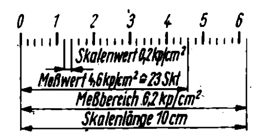
Neben den meßwertabhängigen S. gibt es Befehls-S., die die Ausgangsgröße eines Schalters, einer Kurvenscheibe, eines Programmgebers, einer Lochband- oder einer Lochkarteneinrichtung abbilden. RA 1.

Signalflußplan — signal transmission/block diagram — схема прохождения сигнала

Schematische Darstellung der Übertragungsglieder einer Meß-, Steuer- oder Regeleinrichtung bzw. eines Regelkreises oder einer Steuerkette durch Blöcke, die durch Wirkungslinien miteinander verknüpft sind. Die ↑ Signale werden längs des Signalflußwegs weitergeleitet und verarbeitet. ↑ Baugliedplan.

Skale, Skala — scale — шкала

Die S. ist die Markierungseinrichtung auf einem ablesbaren Meßgerät. Eine Strichskale (s. Bild) ist die Aufeinanderfolge einer größeren Anzahl von Teilungsmarken, z. B. Teilstrichen oder Punkten, auf einem Skalenträger. Die Teilungsmarken tragen häufig in bestimmten Abständen eine Bezifferung.



Die Länge einer Strichskale ist der in Längeneinheiten gemessene Abstand zwischen dem Anfangs- und dem Endstrich der Skale. Bei gekrümmten Skalen wird die S. im Winkel- oder Bogenmaß auf dem Bogen gemessen, der durch die Mitte der kleinsten Teilstriche verläuft. Strichskalen dienen überwiegend der analogen Meßwertanzeige.

Eine Ziffernskale ist eine meist dekadische Folge von Ziffern auf einem Skalen- oder Ziffernträger (Zahlenrollen oder Zahlenstreifen), wobei mehrere Ziffernträger zu einer mehrstelligen Ziffernfolge zusammengestellt werden können. Ziffernskalen sind ihrem Charakter nach digital. Eine Kombination von Strich- und Ziffernskalen ist möglich (z. B. Strichteilung auf letzter Zahlenrolle [TGL 0-1319].

msr 4467

Patentreferate

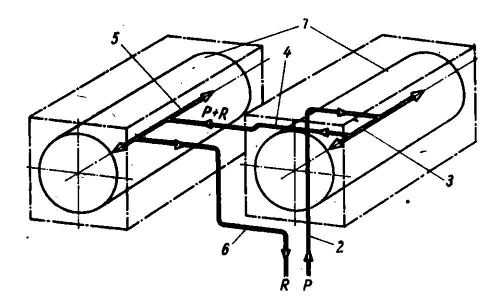
Druckmittelsteuerung

BRD-OS 1751372, Kl. 60a, Gr. 13/06, 3 Anspr., 1 Zeichn., Anm.: 17. Mai 1968, Ausg.: 18. Februar 1971, Anmelder: *Gerhard Krüger* Maschinenfabrik, Rieden (BRD)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Druckmittelsteuerung, vorzugsweise zur hydraulischen Steuerung von Bewegungen oder Arbeitsvorgängen bei Maschinen, Geräten und Vorrichtungen aller Art.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung sind zwei hydraulische Steuergeräte *1* hintereinandergeschaltet. Es können auch drei oder mehr Steuergeräte hintereinander angeordnet oder zu einem Steuerblock vereinigt werden. Aus einem Ölvorratsbehälter wird mittels einer Öldruckpumpe Hydrauliköl in Richtung des Pfeiles *P* unter entsprechendem Druck in die Druckleitung *2* des ersten Steuergerätes *1* (rechts) eingeführt. In dem Steuergerät *1* ermöglicht das Hydrauliköl durch manuelle oder auch mechanische oder sonstige Freigabe der einzelnen Zuleitungsöffnungen zu den Arbeitszylindern und durch den Druck des im Kanal *3* des Gerätes gestauten Öls die Steuerung und Durchführung der einzelnen, zusammenhängenden Bewegungen der zu steuernden Vorrichtung oder Maschine oder dgl.

Die Rücklaufleitung *R* des ersten Steuergerätes *1* ist durch eine Leitung *4* mit der Druckleitung *P* des zweiten Steuergerätes *1* (links) verbunden, wie durch den Pfeil *P* + *R* angedeutet ist. Die im ersten Steuergerät *1* nicht ausgenützte Kraft des Hydrauliköls, die bei den bisher üblichen Steuerungen in den Ölvorratsbehälter abgeleitet wurde, wird erfindungsgemäß in dem zweiten Steuergerät *1* so ausgenutzt, daß sie ein einwandfreies Arbeiten auch des zweiten Steuergerätes gewährleistet. Durch manuelles Freigeben der einzelnen Zuleitungsöffnungen des zweiten Steuergerätes zu den zugehörigen Arbeitszylindern kann das im Kanal *5* unter Druck stehende Öl die weiteren vorgeschriebenen Bewegungs- oder Arbeitsvorgänge der gesteuerten Vorrichtungen, Organe usw. herbeiführen.



1 Steuergerät, *2*, *P* Druckleitung, *3*, *5* Kanal, *4* Leitung, *6*, *R* Rücklaufleitung

Auf diese Weise wird erreicht, daß mit zwei hintereinandergeschalteten Steuergeräten eines einzigen Steuerkreises zwei Bewegungsvorgänge oder Arbeitsgänge unabhängig voneinander gleichzeitig oder auch nacheinander gesteuert und ausgeführt werden können.

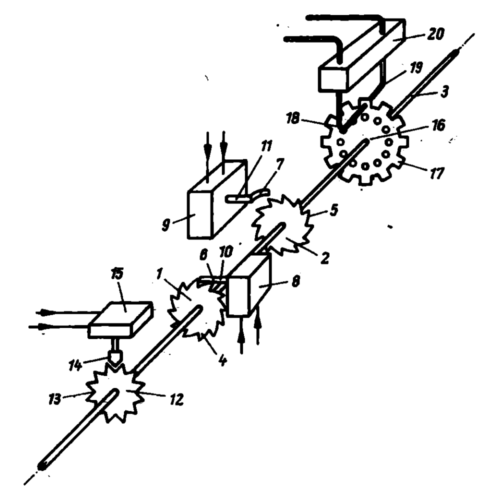
Bei einer solchen Anordnung und Schaltung von zwei oder mehr Steuergeräten erhält man eine Einkreissteuerung für zwei oder mehr unabhängig voneinander ausführbare Bewegungen oder Arbeitsvorgänge, die einfach, billig und unkompliziert ausgebildet werden kann und einen verhältnismäßig geringen baulichen Aufwand erfordert.

msr 4557

Pneumatischer Schrittschaltmotor

BRD-OS 1751766, K. 60a, Gr. 11/12, 4 Anspr., 6 Zeichn., Anm.: 23. Juli 1968, Ausg.: 5. August 1971, Anmelder: Societe Generale du Vide Sogev, Paris, Priorität: 25. Juli 1967, Frankreich.

Bei der im Bild dargestellten Skizze einer Variante der Erfindung sind die Antriebsräder *1* und *2* auf der Welle *3* befestigt. Die Verzahnung *4* und *5* der Räder ist entgegengesetzt. Die Räder können aus Metall sein oder aus synthetischem Material bestehen. Die Umdrehungsbewegung der beiden Räder *1* und *2* wird durch die gegenüber der Welle *3* senkrechte Bewegung von Klinken *6* und *7* hervorgerufen. Die Klinken werden durch übliche pneumatische Betätigungsglieder, z. B. zwei Schieber *8* und *9*, bewegt, die entweder unmittelbar auf den Achsen *10* und *11* dieser Betätigungsglieder montiert oder deren Bewegung ihnen über mechanische Vorrichtungen, wie Hebelvorrichtungen, übertragen sind. In Ruhestellung sind die Verzahnungen des entsprechenden Rades freigesetzt. Auf der Welle *3* ist ein Verriegelungsrad *12* befestigt, das eine vorzugsweise dreieckige Verzahnung *13* aufweist. In diese Verzahnung *13* kann eine Klinke *14* eingreifen, die durch ein pneumatisches Betätigungsglied *15* entweder unmittelbar oder über mechanische Systeme, wie Hebelsysteme, bewegt wird, die nach jedem Schritt eine genaue und stabile winkelmäßige Einstellung der Welle gewährleisten. Die Klinke *14* befindet sich in Ruhe in Eingriff in der Verzahnung *13* des Rades *12*. Unter der Wirkung des pneumatischen Betätigungsgliedes *15* wird diese Verzahnung derart freigegeben, daß die Umdrehung des Rades *12* gewährleistet ist. Auf der Welle *3* ist weiterhin ein Synchronisationsrad *16* aus Metall oder synthetischem Material fest angeordnet, das rechteckige Zähne *17* aufweist. Dieses Rad gewährleistet durch die Zähne die Unterbrechung eines von einer Düse *18* ausgehenden Flüssigkeits- oder Gasstrahles. Wenn sich gegenüber der Düse *18* ein Zwischenraum zwischen den Zähnen befindet, wird dieser Strahl von einer Düse *19* aufgenommen. Der am Ausgang dieser Düse erhaltene Druck ermöglicht es, auf eine Synchronisationsschaltung einzuwirken. Die Düsen *18* und *19* können aus beliebigem Material bestehen und beispielsweise einen rechteckigen oder kreisförmigen Querschnitt besitzen. Sie werden von einem Düsenträger *20* getragen. Der Düsenträger kann ein unabhängiges Element sein und/oder an einem nichtdargestellten Gehäuse befestigt oder Teil dieses Gehäuses sein.



1, *2*, *12*, *16* Räder, *3* Welle, *4*, *5*, *13*, *17* Zähne, *6*, *7*, *14* Klinken, *8*, *9* Schieber, *10*, *11* Achsen, *15* Betätigungsglied, *18*, *19* Düsen, *20* Düsenträger

Alle Räder *1*, *2*, *12*, *16* haben die gleiche Anzahl an Zähnen und den gleichen Winkelschritt. Dieser Winkelschritt bestimmt den des Motors. Die durch die Räder *1*, *2*, *12* und *16* ermöglichten Funktionen können auch durch eine geringere Anzahl an Rädern gewährleistet werden.

Die Steuerung und weitere Varianten sind in der Offenlegungsschrift dargestellt.

Der erfindungsgemäße Schrittschaltmotor kann in allen erforderlichen Fällen z. B. für den Antrieb eines Bandlesers oder den Antrieb von Maschinenorganen verwendet werden. Er kann vorteilhafterweise durch pneumatische Impulse geringer Leistung gesteuert werden und eine beträchtliche Leistung abgeben. Er weist eine stabile und genaue Winkelstellung und eine niedrige Ansprechzeit auf. Weiterhin besitzt er den Vorteil, nur geringen Raumbedarf zu haben und gegenüber Außenbedingungen unempfindlich zu sein.

msr 4559

Neue Ausbildung von Meistern der Fachrichtung BMSR-Technik in der sozialistischen Wirtschaft

Entsprechend den Beschlüssen des VIII. Parteitages der SED ist es die Aufgabe aller staatlichen und wirtschaftsleitenden Organe, die Rolle der Meister als politischer Leiter von Arbeitskollektiven und unmittelbare Organisatoren der Produktion zu erhöhen. Das erfordert auch, daß ihre Ausbildung nach einheitlichen Grundsätzen unter Berücksichtigung der zweigspezifischen und betrieblichen Erfordernisse durchgeführt wird.

Zur materiellen und kulturellen Erhöhung des Lebensniveaus des ganzen Volkes ist ein hohes Entwicklungstempo der sozialistischen Produktion erforderlich. Die Steigerung von Quantität und Qualität der gesellschaftlichen Produktion setzt eine Erhöhung der Effektivität der Arbeitsprozesse voraus. Grundlage hierfür ist eine bewußte Arbeitsdisziplin, eine gute Arbeitsorganisation und ein ungehinderter Arbeitsablauf.

Die Erfüllung dieser Aufgaben ist an die Funktion des Meisters gebunden. In der täglichen Arbeit mit den Menschen seines Bereiches muß er die Voraussetzungen für die Lösung der ökonomischen Aufgaben schaffen und sich für die Herausbildung eines sozialistischen Bewußtseins seines Kollektivs einsetzen. Seine Aufgabe als politischer Leiter schließt ein, daß er sich um die Erhöhung der wissenschaftlichen Bildung und für ein kulturvolles sozialistisches Leben der Werktätigen bemüht.

Der Meister hat also die arbeitsorganisatorischen und produktionstechnischen Aufgaben zu lösen und im Arbeitskollektiv Voraussetzungen für die Entwicklung eines festen Klassenstandpunktes, eines gesellschaftlichen Verantwortungsbewußtseins, Wille zur sozialistischen Gemeinschaftsarbeit und eine bewußte Einstellung zur Arbeit zu schaffen.

Um den Meister zu befähigen, diese hohen Anforderungen zu erfüllen, muß die Qualität seiner Ausbildung weiter verbessert werden. Daher arbeitet die Meisterfachkommission des Industriebereiches Elektrotechnik/Elektronik an der Weiterentwicklung der Meisterausbildung. Durch das Staatssekretariat für Berufsbildung wurde ein Programm für die Grundlagenbildung ausgearbeitet, das für alle Meister der sozialistischen Wirtschaft einheitlich ist. Entsprechend der Aufgabe des Meisters als Leitungskader und Organisator der Produktion werden Probleme der Grundlagen des Marxismus-Leninismus, der pädagogischen und psychologischen Grundfragen der Leitungstätigkeit, der sozialistischen Betriebswirtschaftslehre, der sozialistischen Arbeitswissenschaften und der Mathematik in der Grundlagenbildung behandelt. Auf dieser baut sich die Fachbildung auf, die von der Meisterfachkommission entwickelt wurde und in einer Anzahl von Meisterlehrgängen ausgewählter Betriebe erprobt wird. Der Meister für BMSR-Technik leitet technisch-technologische Arbeitsprozesse. Aus diesem Grund muß er fundierte fachliche Kenntnisse haben. Die Weiterentwicklung der Meisterausbildung soll daher auf ein hohes Niveau der Fachbildung orientieren. Bedingung ist dabei, daß alle fachlichen Probleme vom Standpunkt des Leiters technologischer Prozesse betrachtet werden. Es ist notwendig, daß der Meister für BMSR-Technik neben Stoffgebieten der Materialkunde, der Prüf- und Kontrolltechnik auch spezielle Technologie und Fragen der Maschinen-, Apparate- und Gerätetechnik studiert. In diesen Lehrgängen werden die Kenntnisse entsprechend den volkswirtschaftlichen Erfordernissen der BMSR-Technik vermittelt, wie sie durch die gesellschaftliche und berufliche Arbeitsteilung bestimmt werden.

Bei der Aufstellung der Studienprogramme wurde die Systematik der Ausbildungsberufe und die Nomenklatur der Hoch- und Fachschulbildung berücksichtigt.

Die Fachbildung wird mit der Spezialisierung abgeschlossen. Diese hat in erster Linie die Aufgabe, die erworbenen Kenntnisse anwenden zu lernen und somit einen folgerichtigen Übergang in die Meisterfunktion vorzubereiten. Daher ist neben der Vermittlung betrieblicher, objekt- und aufgabenbezogener Kenntnisse auf dem Sektor der Fertigung oder Instandhaltung ein Praktikum durchzuführen, das ihn mit seinen zukünftigen Aufgaben vertraut macht. Unter Anleitung eines erfahrenen Meisters wird in einem geeigneten Leitungsbereich nach dem durch die Meisterfachkommission erarbeiteten Plan die Lösung von Aufgaben gefordert, die für seine spätere Tätigkeit charakteristisch sind. Das gilt vor allem für die Fragen der Leitung eines Kollektivs, der Leitung und Organisation von Arbeitsprozessen und der Zusammenarbeit mit übergeordneten Leitern, anderen Leitern und gesellschaftlichen Organisationen.

Neben der Inhaltbestimmung werden im Zuge der Weiterentwicklung der Meisterausbildung auch effektivere Unterrichtsformen angewendet. So erhöht sich der Anteil an aktiven Lehrformen bedeutend. Auf Kosten der Vorlesungen werden Seminare und Selbststudium ausgebaut. Durch die selbständige Wissensaneignung kommt der Lernende zu fundierten Kenntnissen und erlangt die Fähigkeit, sich auch nach dem Studium ständig weiterzubilden.

Da die Veränderungen der neuen gegenüber der gegenwärtigen Meisterausbildung recht erheblich sind, muß die Einführung der Studienprogramme schrittweise erfolgen. Nach der Erprobung und Präzisierung der Grundlagenbildung werden diese im Lehrjahr 1973/74 und die Fachbildung BMSR-Technik sowie die Spezialisierungen 1974/75 eingeführt.

Die von der Meisterfachkommission erarbeiteten Studienprogramme für die Fachbildung übernehmen ebenso wie die der Grundlagenbildung neben der Funktion des Lehrplanes auch die der Studienanleitung. In ihnen sind enthalten die Hinweise für die Vortragsinhalte, Hinweise für das Selbststudium, Seminar- und Kontrollfragen. Für das Studium sind nun nur noch Spezialliteratur, Unterrichtsmittel und Arbeitsmaterial wie spezielle Arbeitsblätter, Fallspiele usw. zu schaffen.

Mit dieser Weiterentwicklung der Meisterausbildung werden an die Lernarbeit des Studierenden keine höheren Anforderungen gestellt als bisher. Der Schwerpunkt seiner Studien wird mehr in die Richtung seiner tatsächlichen gesellschaftlichen Aufgaben verlagert. Die Meisterfachkommission hat sich bemüht, in die Programme der Fachbildung nur den Bildungsinhalt hereinzunehmen, der ihn zum besten Facharbeiter seines Kollektivs macht und mit denen er seine Leitungsfunktion erfüllen kann. Dabei wurde auch berücksichtigt, daß die Berufsausbildung eine ständige Weiterentwicklung durchmacht und diese Vorleistungen den Studienprogrammen vorausgesetzt werden müssen.

Daraus ergibt sich, daß die in den einschlägigen Verfügungen geforderten Kenntnisse und Fähigkeiten vor Aufnahme des Studiums voll erfüllt sein müssen, wie Facharbeiterabschluß auf dem Gebiet der BMSR-Technik oder in einem ähnlichen Ausbildungsberuf, Abschluß des Lehrganges für berufliche Grundlagenfächer, 10-Klassenabschluß oder einen Vorbereitungslehrgang entsprechend der Übergangsregelung des Staatssekretariats für Berufsbildung vom 28. Dezember 1970.

Die Meisterfachkommission des Industriebereiches Elektrotechnik/Elektronik trägt mit ihrer Arbeit dazu bei, daß in der Ausbildung der Meister der sozialistischen Wirtschaft einheitliches Niveau und einheitlicher Inhalt geschaffen wird und der Meister seine Aufgabe entsprechend den Erfordernissen der sozialistischen Gesellschaft voll erfüllen kann.

msr 4553 *E. Kaulisch*

Thyristorprüfgerät zur Messung charakteristischer Daten

Der ständig steigende Einsatz von Thyristoren in der Leistungselektronik machte es erforderlich, ein Thyristorprüfgerät zu entwickeln, um die charakteristischen Daten messen zu können, da z. Z. noch keine derartigen Meßgeräte angeboten werden.

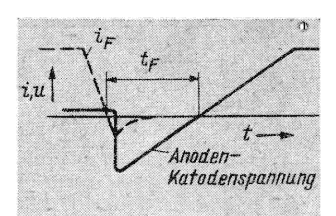


Bild 1. Freiwerdezeit t_F

Von besonderer Wichtigkeit ist das vorgestellte Gerät für die Messung der Freiwerdezeit, da diese von grundlegender Bedeutung bei Wechselrichtern und Gleichstromstellern ist. Die Freiwerdezeit t_F ist auch ein Maß für die höchste Betriebsfrequenz und wird als die Zeit definiert, die zwischen dem Stromnulldurchgang beim Abkommutieren und der Wiedererlangung der Blockierfähigkeit liegt (Bild 1).

Wie funktioniert das Prüfgerät?

Das Gerät wird — wie Bild 2 zeigt — mit Drehstrom gespeist. Das Netzgerät *A* liefert eine kontinuierlich einstellbare Spannung von 0 bis 100 V bis zu einem max. Strom von 30 A. Das Netzgerät *B* liefert eine elektronisch stabilisierte Spannung, einstellbar von 0,5 bis 15 V bei einem max. Strom von 0,5 A. Diese Spannung wird als Zündspannung für den zu prüfenden Thyristor verwendet. Dem Netzgerät *C* wird eine konstante Gleichspannung von 24 V entnommen, die u. a. mit als Zündspannung für den Hilfsthyristor verwendet wird.

Dieses Gerät wurde auf der 5. Angebotsmesse in Leipzig (8. – 12. Mai 1972) ausgestellt. Diese Mitteilung stammt aus dem Kombinat VEB RFT Fernmeldewerk Leipzig, Stammwerk Leipzig. Nähere Informationen und Unterlagen erhalten Sie vom Kombinat VEB RFT Fernmeldewerk Leipzig, DDR-7027 Leipzig, Melscher Str. 7.

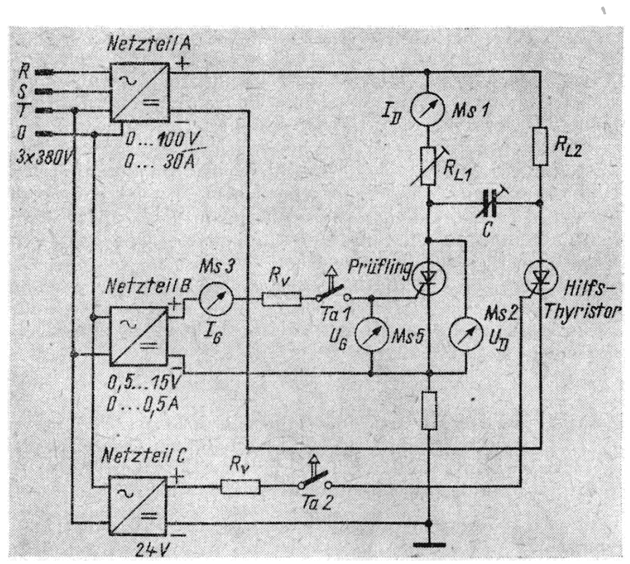


Bild 2. Vereinfachter Signalflußplan des Thyristorprüfgerätes

Wie wird die Freiwerdezeit gemessen?

Mit Hilfe der Drucktaste *Ta* 1 erfolgt das Zünden des Prüflings. Der Kondensator *C* wird auf die vorher eingestellte Spannung — z. B. 100 V über den Lastwiderstand R_{L2} — aufgeladen; zur gleichen Zeit fließt über den Prüfling ein Strom I_D. Durch das Drücken der Taste *Ta* 2 wird der Hilfsthyristor gezündet; damit wird die Kapazität *C* gegen den Laststrom im Prüfling geschaltet. Gleichzeitig beginnt die Umladung der Kapazität *C* über den Hilfsthyristor *T* 2 und den Lastwiderstand R_{L1} entsprechend einer e-Funktion. Dieser Vorgang wird periodisch wiederholt, wobei die Werte der Kapazitätsdekade solange verkleinert werden bis der Durchlaßstrom I_D am Meßinstrument *Ms* 1 abreißt. Aus den Schalterstellungen der Kapazitätsdekade *C* und des Lastwiderstandes R_{L1} kann aus dem Nomogramm (Bild 3) die Freiwerdezeit abgelesen werden.

Die technischen Daten des Geräts erlauben folgende Prüfungen:

Messung der Freiwerdezeit; Prüfung der Sperr- und Blockierfähigkeit (bis 100 V), Prüfung des Zündverhaltens (Zündspannung, Zündstrom und Zündleistung); Messung von Durchlaßspannung, Durchlaßstrom und Durchlaßverluste bis 30 A; Aufnahme der Durchlaßkennlinie bis 100 V und 30 A, Prüfen von Leistungsgleichrichtern.

Meßbereich Freiwerdezeit t_F: 2 µs bis 500 µs je nach Lastwiderstand

Einstellbares Kommutierungs-C:

Schalter *Sch 7*: 0,1 bis 1,0 µF;
Schalter *Sch 8*: 1,0 bis 10,0 µF;
Schalter *Sch 9*: 10,0 bis 100,0 µF

Netzteil *A*

Einstellbereich: $U_D = 0 \cdots 120$ V;
$I_D = 0 \cdots 25$ A

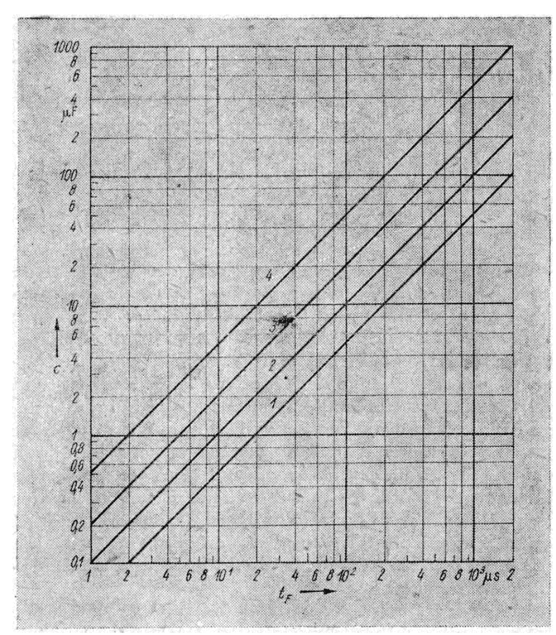


Bild 3. Ermittlung der Freiwerdezeit t_F aus dem Kommutations-C Parameter: Bereiche der Vorwiderstände R_{L1}

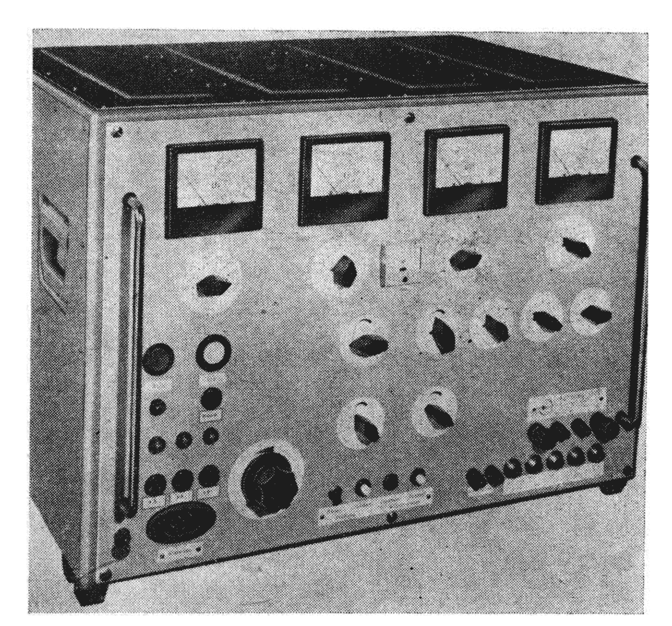


Bild 4. Thyristorprüfgerät

Netzteil *B*

Einstellbereich: $U_G = 0 \cdots 15$ V;
$I_G = 0 \cdots 0{,}5$ A

Spannungsmeßbereiche

Ms 2: U_D 100 mV/300 mV/1/3/10/30/100/300 V Vollausschlag

Ms 5: U_G 100 mV/300 mV/1/10/30 V Vollausschlag

Strommeßbereiche

Ms 1: I_D 100 mA/300 mA/1/3/10/30 A Vollausschlag

Ms 3: I_G 10/30/100/300 mA/1/3 A Vollausschlag

Netzanschluß/Netzsicherung: 3 × 380 V, 50 Hz/3 × 4 A

Maße: 715 mm × 550 mm × 540 mm

Literatur

[1] *Lappe, R.:* Stromrichter. Berlin: VEB Verlag Technik 1967.

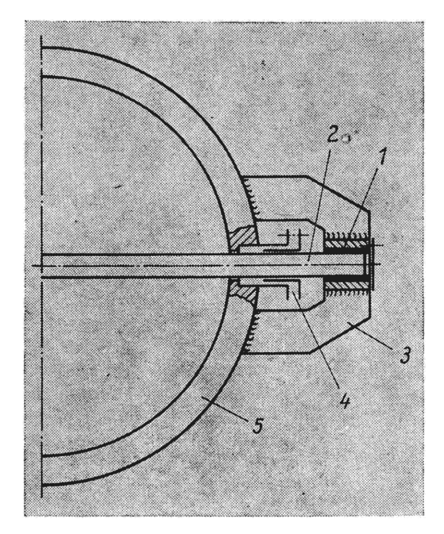
[2] *Heumann, K.; A. Stumpe:* Thyristoren. Stuttgart: Verlag B. G. Teubner 1969.

[3] *Hoffmann, A.; K. Stocker:* Thyristor-Handbuch. Westberlin/Erlangen: Siemens-Schucker-Werke 1965.

msr 4421 *R. Rech/W. Gutzschebauch*

Gegen Festgehen geschützte Lagerung an Stellklappen

Bei einer Stellklappe, die sich in einer Leitung mit großer Nennweite befand, die schwefelhaltiges Gas führte, ergaben sich Schwierigkeiten. Diese bestanden darin, daß die Klappe, bedingt durch Korrosionserscheinungen an den Lagern, nach relativ kurzer Zeit nicht mehr zu bewegen war. Demzufolge wurde nach einer konstruktiven Lösung gesucht, mit der diesem Mangel begegnet werden konnte. Ergebnis dieser Überlegungen war die im Bild gezeigte Lösung. Wie hieraus folgt, wurde das Gleitlager *1* für die Klappenwelle *2* nach



außen verlegt. Die Halterung für das Gleitlager wurde mittels der Bleche *3* mit dem Klappenring *5* durch Schweißung verbunden. Die Stopfbuchse *4* ist unmittelbar im Ring der Klappe angeordnet und verhindert das Austreten des Gases. Die Anordnung der Lagerung hat sich über einen längeren Zeitraum bewährt. Bei sehr ungünstigen Umweltbedingungen empfiehlt es sich, das außen liegende Lager durch die Anbringung von Dichtelementen gegen die Umwelteinflüsse zu schützen.

msr 4468 *H. G.*

Buchbesprechungen

Datenübertragung. Band 36 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Von *K. Franke.* Berlin: VEB Verlag Technik 1972. 80 Seiten, 50 Bilder, 1 Tafel, 6,40 M; Sonderpreis für die DDR 4,80 M.

Durch ein einleitendes Kapitel über Elemente, Strukturen, Betriebsarten und Anwendungsbereiche von Datenfernverarbeitungssystemen wird gezeigt, welches Anliegen Autor und Herausgeber mit der Aufnahme dieses Titels in die REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK verfolgt haben. Datenfernverarbeitungssysteme, die durch die Einschaltung von Datenübertragungseinrichtungen zwischen Eingabe-/Ausgabeeinrichtungen und die Zentraleinheit von EDV-Anlagen entstehen, beanspruchen ein steigendes Interesse, bringt doch die Ausschaltung manueller Tätigkeit und des Transports von Informationsträgern eine ganz wesentliche Erweiterung der Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung mit sich. Leider werden diese Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere für die Automatisierung technischer und technologischer Prozesse, nur angedeutet.
Der Hauptteil des Buches vermittelt einen Überblick über Technik und Organisation der digitalen Datenübertragung. Ausführlich, durch viele einprägsame Prinzipskizzen unterstützt, werden die folgenden Überschriften abgehandelt: Übertragungsverfahren, Betriebsverfahren, Synchronisation, Kodes, Datensicherung, Betriebsabläufe, Datenübertragung in öffentlichen Netzen. Zur Kommentierung der Techniken wird nur ein Minimum an Grundbeziehungen der digitalen Datenübertragung herangezogen. Überhaupt ist das Buch für den Leser, der keine speziellen Kenntnisse über Nachrichtentechnik aufweist und sich schnell einen Überblick verschaffen will, geschrieben worden. Deshalb ist es nicht zuletzt dem in der Automatisierungspraxis Tätigen zur raschen Erweiterung seines Gesichtskreises und als Anregung für heranreifende Lösungsmöglichkeiten aktueller Problemstellungen zu empfehlen.

B 615 *W. Reichel*

Anwendung von Thyristoren. Band 138 der REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Von *H. Kabisch.* Berlin: VEB Verlag Technik 1972. 64 Seiten, 32 Bilder, 7 Tafeln, 6,40 M; Sonderpreis für die DDR 4,80 M.

Die „Anwendung von Thyristoren" in Stellgliedern zur Steuerung der elektrischen Leistung bringt ständig neue Möglichkeiten für die Realisierung von regelungstechnischen

Aufgaben. Der BMSR-Ingenieur wurde in letzter Zeit durch eine Vielzahl von Einzelveröffentlichungen zwar ständig über neue Probleme, schaltungstechnische Einzelheiten und Einsatzgebiete informiert, aber der Zusammenhang, der Überblick über die Leistungselektronik wurde nur in wenigen, meist sehr umfangreichen Fachbüchern gegeben. Durch den Besprechungsgegenstand wird die Vielseitigkeit der „Anwendung von Thyristoren" systematisch geordnet und anschaulich dargestellt. Entsprechend dem Charakter dieser Buchreihe liegt der Schwerpunkt bei der industriellen Leistungselektronik, einige Anwendungen der Thyristoren in der Konsumelektronik sind aufgezeigt.

Auf den logischen Darstellungen der Stromrichterarten aufbauend, werden auch die komplizierten Stromrichterschaltungen leicht verständlich. Die üblichen Grundschaltungen und die daraus abgeleiteten Varianten sind in Verbindung mit Gleichstrom- und Drehstrommotoren in übersichtlichen Tafeln zusammengestellt und erläutert.

Zu den Geräten der Leistungselektronik gehören jedoch nicht nur die Stromrichter, sondern auch die Baugruppen für die Ansteuerung der Thyristoren, für die Funkentstörung, für die Verringerung der Netzrückwirkungen sowie für den Thyristorschutz. Über die Grundlagen, die Aufgaben und die technischen Lösungen der einzelnen Baugruppen wird der Leser informiert. Die Darlegung des Stellverhaltens, die Wirkungsweise der Steuerungs- und Regelungsgeräte hätte im Vergleich mit dem guten Überblick über die industriellen Anwendungen etwas umfangreicher sein können.

B 618 *H. Wolf*

Technik-Wörterbuch Hydraulik—Pneumatik (Englisch, Deutsch, Französisch, Russisch, Spanisch, Tschechisch, Polnisch, Ungarisch). Herausgeber: *G. Neubert.* Berlin: VEB Verlag Technik 1971. 456 Seiten, 35,— M.

Das Werk enthält 3500 Fachbegriffe aus den Gebieten Druckstromerzeuger, -aufbereitung, -leitung, -isolierung, -steuerung und -regelung, -prüfung, -speicherung, -wandlung und -verbrauch.

Aus einem breiten Anwendungsgebiet wurden besonders Begriffe der Automatisierung von Produktionsprozessen ausgewählt. Das Werk enthält im Hauptteil die Fachbegriffe alphabetisch geordnet nach der englischen Sprache. Danebengestellt sind die Übersetzungen in die Sprachen Deutsch, Französisch, Russisch, Spanisch, Tschechisch, Polnisch und Ungarisch und außerdem versehen mit einem numerischen Register. In den folgenden Registerteilen findet man eine alphabetische Ordnung mit der Registernummer in jeder der sieben anderen Sprachen. Wenn man also einen Begriff aus einem der sieben anderen Sprachen übersetzen will, muß man über die Registernummer auf den Hauptteil zurückgreifen. Dieses zweifellos etwas beschwerliche Verfahren gegenüber einem zweisprachigen Wörterbuch wird jedoch durch den Vorteil ausgeglichen, daß im Hauptteil alle Ausdrücke eines Begriffs in acht Sprachen gegenübergestellt sind.

Bei der sich immer mehr ausdehnenden Anwendung der beiden Energieübertragungsarten Hydraulik und Pneumatik und dem wachsenden internationalen Informationsangebot, wird die steigende Zahl von Interessenten an ausländischer Fachliteratur nicht nur im deutschsprachigen Gebiet das Werk dankbar begrüßen. Umfang und Auswahl der Fachbegriffe dürften auch den Erfordernissen von Spezialisten beider Gebiete genügen. Auch allgemeine technische Fachbegriffe sind zahlreich enthalten.

B 616 *G. F. Berg*

Digitale integrierte Schaltungen (Telefunken-Fachbuch). Berlin: Elitera-Verlag 1972. 242 Seiten, 370 Bilder, 35,— DM.

Die Gliederung ist sehr sachlich und logisch aufgebaut und ist eine große Hilfe bei Benutzung des Buches als Nachschlagewerk.

Es ist zwar richtig, daß Bezeichnungen wie „positive Logik" und „negative Logik" von Anfang unglücklich gewählt wurden, jedoch haben sie sich zu sehr in den Sprachgebrauch eingebürgert, als daß man sie durch Einführung der Begriffe „H-Zuordnung" und „L-Zuordnung" ersetzen könnte. Es kommt dann letzten Endes zu solchen ungewohnten Formulierungen wie „L-AND-Schaltung" statt „OR-Gatter". Die Folge ist, daß hinter diesen Bezeichnungen dann doch die gebräuchlicheren in Klammern stehen, wie dies auch in diesem Buch praktiziert wird. Alle anderen vorkommenden Begriffe und Bezeichnungen sind exakt definiert und anschaulich erläutert.

Abschnitt 7 hätte etwas kürzer gefaßt werden können, da Übertragungskennlinien meist nur im Zusammenhang mit dem konkret verwendeten Schaltkreis interessieren. Dagegen sind die Speicherschaltungen zu kurz behandelt. Vermißt wird eine Klassifizierung der verschiedenen Flip-Flop-Typen mit Hinweisen zu deren verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten. Besonders positiv hervorzuheben sind Abschnitt 8 und 11, da hier auch dem Praktiker wertvolle Hinweise für den Einsatz integrierter Schaltkreise gegeben werden.

Dieses Buch stellt eine wertvolle Bereicherung der Fachliteratur dar, da auf diesem Gebiet wenig derartige Bücher in so umfassender Form angeboten werden. Ein Literaturverzeichnis würde den Gebrauchswert des Buches noch erhöhen.

B 624 *W. Gutzschebauch*

INTERKAMA 1971 — Kongreßvorträge des Internationalen Kongresses mit Ausstellung für Meßtechnik und Automatik (in deutscher und z. T. englischer Fassung). Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft INTERKAMA. München: R. Oldenbourg Verlag 1972. 328 Seiten, zahlreiche Bilder, 118,— DM.

Das Berichtswerk des Kongresses (14. bis 20. Oktober 1971), das insgesamt 48 Vorträge sowie die Diskussionsbemerkungen zu den elf Themengruppen enthält, weist folgende Abschnitte auf: Systemtechnik, Rechnergestützte Anlagenplanung, Konstruktionsprobleme integrierter Systeme, Neue Wege der Präzisionsmeßtechnik, Rechnergestütztes Konstruieren, Anthropotechnik in Leitständen, Fortgeschrittene Regelungsverfahren, Prozeßführung mit Digitalrechnern, Prüffeld- und Laborautomatisierung, Binäre Steuerungen — Bausteine der Anlagenautomatisierung, Neue Wege der Betriebsmeßtechnik.

Der in bezug auf Themenwahl und Umfang neugestaltete Kongreß hatte zum Ziel, dem Besucher sowohl einen Überblick zu geben als auch die spezifische Entwicklung der Teilgebiete erkennen zu lassen. Das wird durch solche Beiträge belegt wie „Entwicklungsrichtungen in der Betriebsmeßtechnik" (*H. F. Grave*) bzw. „Physical Effects for Measurement Transducers — present preferences, future trends" (*Gy. Striker*).

Die Vereinfachungen in der Text-, Formel- und Bildgestaltung auf Grund der relativ frühen Herausgabe des Werkes werten die Stand- und Trendübersicht keineswegs ab; sie bereichern die Dokumentation über die Anwendungstechnik.

B 614 *H. Weichardt*

Die Unterprogrammtechnik der Programmiersprache FORTRAN IV. FORTRAN mit Pfiff, Band 3. Von *W. Guttropf, U. Stricker.* Mainz: Krausskopf-Verlag GmbH 1972. 128 Seiten, 178 Bilder, 24,— DM.

In dem letzten Band einer lehrbuchmäßigen FORTRAN-Darstellung wird die Notation von Funktionen und Subroutinen behandelt. Darüber hinaus werden Möglichkeiten für die Benutzung peripherer Geräte erläutert (Magnetbandeinheiten, Magnetplattenspeicher, Schnelldrucker). Drucktechnische Hervorhebungen, grafische Darstellungen der Algorithmen und eine Zusammenfassung der behandelten Sprachelemente im Anhang erleichtern die Arbeit mit dem Buch.

Die Darstellung erfreut durch die klare, systematische und übersichtliche Erörterung der Parametervermittlung und der Verwendung globaler Speicherbereiche (COMMON-Blöcke). Die eingefügten Beispiele sind zur Erläuterung der Wirkung der Sprachelemente aussagekräftig, sie setzen jedoch Vorkenntnisse in Mathematik voraus, die, verglichen mit dem eigentlichen Anliegen des Buches, nämlich die Sprache zu lehren, nicht erforderlich wären. Es bedarf mindestens einer Ingenieurausbildung, um nach dem Buch die FORTRAN-Sprache zu erlernen.

B 625 *G. Paulin*

Postgraduale Studien 1973 der IHS Wismar

Die Ingenieurhochschule Wismar (24 Wismar, Philipp-Müller-Straße) führt 1973 folgende postgraduale Studien durch:

Lehrgang „Fachingenieur für Automatisierungstechnik"
(Dauer: 2 Jahre, Beginn: Februar)

Das Studium hat ingenieurtechnische Kader der sozialistischen Industrie zu befähigen, die Methoden und Mittel der Automatisierungstechnik zur raschen Steigerung der Arbeitsproduktivität insbesondere über die Durchsetzung neuer Technologien einsetzen zu können. Es werden Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die in der sozialistischen Rationalisierung eine eigenverantwortliche und schöpferische Tätigkeit der Absolventen erlauben.

Fächer: Mathematik, Elektronik, Prozeßmeßtechnik, Steuerungstechnik, Regelungstechnik, Prozeßrechentechnik, Bauelemente und Geräte der Automatisierungstechnik, Analoge Datenverarbeitung, Technologie, Praktikum Automatisierungstechnik, Abschlußarbeit.

Lehrgang „Fachingenieur für EDV"
(Dauer: 2 Jahre, Beginn: April)

Das Studium hat ingenieurtechnische Kader der sozialistischen Industrie zu befähigen, komplizierte Algorithmen aufstellen, in einer Programmiersprache formulieren und mit einer EDVA nutzen zu können (Stufe 4 der EDV-Hochschul- und Universitätsausbildung).
Es werden Kenntnisse und Fähigkeiten vermittelt, die in der Vorbereitung und Anwendung der EDV eine eigenverantwortliche und schöpferische Tätigkeit der Absolventen erlauben.
Fächer: Mathematik, Kybernetik/Leitungs- und Organisationswissenschaften/Operationsforschung, Technik digitaler Datenverarbeitungsanlagen, Einsatzvorbereitung der EDV, Problemorientierte Programmiersprache, Maschinenorientierte Programmiersprache, Praktikum am Digitalrechner R 300, Analoge Datenverarbeitung, EDV-Einsatz in der technischen Vorbereitung, EDV-Einsatz zur Führung von Produktionsprozessen, Abschlußarbeit.

Lehrgang „Information/Dokumentation"
(Dauer: 6 Monate, Beginn: 1973)

Ziel der Ausbildung ist

— die Vermittlung von Grundkenntnissen und Fähigkeiten in der Informations- und Dokumentationsarbeit zur aktiven Nutzung der gebräuchlichen Informationsmöglichkeiten innerhalb des Informationssystems Wissenschaft und Technik (IWT).
— die Befähigung zur aktiven Nutzung der in der DDR vorhandenen EDV-Anlage R 300 auf der Grundlage des Typenprojektes Information/Dokumentation.

Inhalt: Informationsmittel für IWT, Bibliographisches Erschließen von Informationsquellen, Inhaltliches Erschließen von Informationsquellen, Ordnungssysteme und Ordnungsmittel/Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten von EDV-Anlagen für Zwecke der Information/Dokumentation/ Semiotische Grundlagen, Indexierungssysteme, Speicherfüllung, Informationsbedarf, Informationsrecherche, Zusammenarbeit Nutzer-Informationssystem.

Bei Durchführung des Studiums als Abendstudium werden 50% der Stunden für Vorlesungen, 50% für Übungen und Seminare genutzt. Bei Durchführung des Studiums als Fernstudium werden 40% der Stunden für Selbststudium, 60% für Konsultationen angesetzt.

msr 4554

Erstes Internationales Symposium Automatisierungstechnik in Kraftwerken

Der Fachausschuß BMSR-Technik der KDT bei der VVB Kraftwerke, Betriebssektion der KDT im Institut für Kraftwerke führt am 11. und 12. April 1973 unter dem Thema „Betriebsführung und Instandhaltung von Automatisierungsmitteln" in Leipzig das erste Internationale Symposium „Automatisierungstechnik in Kraftwerken" durch.

Teilnahmemeldungen sind zu richten an: Institut für Kraftwerke, FD 5, DDR-7544 Vetschau.

Messeausgabe die Technik 1973

Anläßlich der Leipziger Frühjahrsmesse 1973 erscheint das Heft 3 der Zeitschrift „die Technik" in erweitertem Umfang von über 200 Seiten als Messesonderausgabe.

Diese Messeausgabe wird immer mehr als Führer durch die Technische Messe benutzt und erleichtert den Messebesuchern das Auffinden besonders interessanter Exponate.

Das Heft ist zu einem Preis von 3,— M an den Sonderverkaufsstellen auf der Leipziger Frühjahrsmesse erhältlich.

XXII. JUREMA

Die JUREMA 73, das XXII. Jugoslawische Seminar und Ausstellung über Regelungs- und Meßtechnik sowie Automatisierung, findet gleichzeitig mit der Internationalen Ausstellung über Meß- und Regelungstechnik — einem Ausstellungsteil der Zagreber Messe — vom 9. bis 15. April 1973 statt. In folgenden Sektionen der JUREMA werden Beiträge gehalten:

Kybernetik in der modernen Kybernetik und Gesellschaft, Mehrfachregelsysteme, Einsatz von Digitalrechnern in Meß- und Regelungssystemen, Messung und Regelung von Prozessen, Anwendungsfragen, Pneumatik bei der Automatisierung im Maschinenbau, Hydraulische Servosysteme. Aussteller haben die Möglichkeit, in der Sektion „Neue Anlagen — Darstellung und Einsatz" ihre Exponate vorzustellen.

Das Ausstellungsprogramm umfaßt:

— Einsatzgebiete der BMSR-Technik
— Geräte und Anlagen der BMSR-Technik
— Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der BMSR-Technik (Zagreb, Unska ul. 17, Tel.: 514-911).

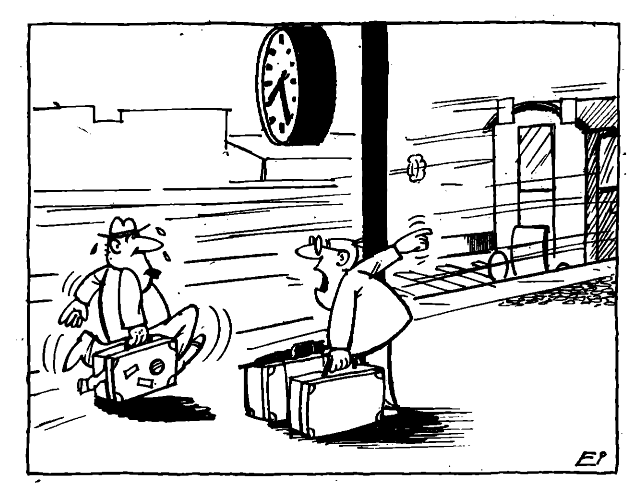
msr 4585

Jahresinhaltsverzeichnis 1972

In der Mitte dieses Heftes ist das Jahresinhaltsverzeichnis 1972 enthalten sowie die Hinweise zur Abfassung der Manuskripte.

Aus unserem kleinen msr/ap-Lexikon der Steuerungs- und Regelungstechnik

„Die Stellzeit ist die Zeit, in der die Stellgröße bei maximal möglicher Stellgeschwindigkeit den gesamten Stellbereich durchläuft" [TGL 14 591].



„Das nennen Sie einhalten der Stellzeit?"
„..."

Zeichnung: *E. Eichholz*

messen · steuern · regeln

Heft 1
Januar 1973
10. Jahrgang
Seiten 1 bis 24

automatisierungspraxis

für Grundlagen, Gerätebau und Betriebserfahrungen

Jubiläen

Hat man sich in die Betriebsbibliothek zurückgezogen, um auf dem Gebiet der Automatisierungstechnik seinen aktuellen Informationshunger zu stillen, so findet man im DDR-Regal drei Zeitschriften: Die „Technische Information" (TI) vom VEB Geräte- und Regler-Werke Teltow, den „impuls" von der VVB Automatisierungstechnik, Berlin, und „messen · steuern · regeln" (msr) mit „automatisierungspraxis" (ap) aus dem VEB Verlag Technik, Berlin. Beim Durchblättern entdeckt der Leser, daß die TI kürzlich und die „ap" in diesen Tagen auf ihr erstes zweistelliges Jubiläum zurückblicken können. Jeweils auf der ersten Seite heißt es „10. Jahrgang". Es ist üblich, daß die Redaktionen einzelne Stufen im Leben ihrer Zeitschrift unauffällig betreten. Das einzige, womit manche Redaktionen auf die 5, 10, 20, 25 oder mehr Jahre wirkenden Bemühungen der Zeitschrift aufmerksam machen wollen, ist ein Kurzbeitrag in eigener Sache. Einerseits könnte man als Leser überrascht sein, bereits im Januarheft des 10. Jahrgangs — also der 109. Ausgabe (monatliches Erscheinen vorausgesetzt) — einen solchen Beitrag über Rückschau und Ausblick zu finden. Andererseits ist es jedoch üblich geworden, bereits zu Beginn des Jahres Rechenschaft zu geben, statt die „eigene Sache" am Jahresende unter dem Tannenbaum zu plazieren.

Trotz der Wahrscheinlichkeit, sich zu wiederholen, sei das Motiv der Gründung des „ap"-Teils der „msr" mit der bekannten Tatsache erwähnt: Die Lücke zwischen Theorie in Lehre und Forschung auf der einen Seite und der Praxis in Produktion und Labor auf der anderen Seite durch einen geeigneten Kommunikationsträger zu verringern, genauer gesagt, durch einen weiteren solchen Träger; denn zu Beginn der 60er Jahre wurden bereits zahlreiche ähnlichen Publikationsorgane ins Leben gerufen.

1961 erschien — gleichsam als Ergänzung zu „msr" — der erste Band der Fachbroschüre REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK. Gleichzeitig gab die ehemalige VVB Elektroapparate den Vorläufer des „impuls", die „Elektro-Apparate-Mitteilungen", das erste Heft heraus. Zwei Jahre danach, 6 Monate vor Gründung der „ap", legte der VEB GRW Teltow Kunden und Freunden das Startheft der Fach- und Werbezeitschrift „TI" vor. Diese Editionen beruhten auf den qualitativ und quantitativ neuen Zielen, die der automatisierungsgeräteherstellenden Industrie der DDR in jener Periode gestellt wurden. War die Übertragung von Aufgaben eines zentralen BMSR-Anlagenbaubetriebes an den VEB GRW Teltow wichtigster Ausgangspunkt für die Gründung der „TI", so machten die anstehenden ungelösten Fragen des Praktikers das Finden einer entsprechenden fachlichen Ebene für eine Verlagszeitschrift wie der „msr" notwendig. Ausgehend von der technischen Problematik der die industrielle Automatisierung betreffenden Zweige der Volkswirtschaft hatte sich die Redaktion der „ap" — hier auch als Abgrenzung zu „msr" — zwei Aufgaben gesetzt:

- Vermittlung eines praktisch anwendbaren Grundlagenwissens der BMSR-Technik;
- Vorstellung und Einsatzerfahrungen von BMSR-Geräten, besonders solcher, die für den Projektanten erreichbar sind.

Das waren die bedeutendsten Gesichtspunkte, an Formenvielfalt kam eine auffallend große Menge hinzu, die sich aus zahlreichen kleinen Teilen zusammensetzte[1]. Mit diesem Programm nahm und nimmt die „ap" sowohl Bezug auf die profilbestimmenden fachlichen Schwerpunkte im Rahmen unserer Volkswirtschaft als auch auf internationale Akzente, insbesondere mit Hilfe der Berichterstattung. Schaut sich der Interessent daraufhin den „impuls" und die „TI" an, oder vergleicht er sie beide mit der „ap", so kann er feststellen: Die Veröffentlichungen liegen gerade so weit auseinander, daß sie sich in den meisten Fällen hinreichend ergänzen. Die Publikationen schließen einander nicht aus; sie können Platz für sich beanspruchen.

Ausgangspunkt der Gründung waren bei der „TI" die Absicht, „Partnern und potentiellen Kunden im In- und Ausland Informationen zu übermitteln, die dazu dienen, den Grad der Automatisierung an technologischen Anlagen ... zur ständigen Steigerung des Exports mit höchstem Effekt weiter zu verbessern." Beim „impuls" hieß es dazu, daß der Herausgeber „... Beispiele aus der Arbeitsweise in der Fertigung darstellen, das Produktionsprogramm erläutern und selbstverständlich Neuentwicklungen vorstellen wird". Legt man beide Zeitschriften wieder ins Regal zurück, so kann man das mit Respekt tun; es entsteht der Wunsch, den beiden mit der Redaktion „ap" kollegial verbundenen Zeitschriften — sie stellen sich in den folgenden Heften vor — gute Wünsche zu übermitteln, daß sie zukünftig zur Verbesserung der ökonomischen Ergebnisse der Herausgeber noch gezielter beitragen können. Die Wünsche gelten der „TI" für das nächste Jahrzehnt (das im Juli 1973 beginnt) und dem „impuls" für die nächsten 50 Ausgaben.

Auch für die „ap" hat sich das erste Jahrzehnt gelohnt. Seit der Gründung konnte die Auflage der „msr/ap" um 70% erhöht werden: Ein Votum der Leser, das es nicht zu enttäuschen gilt.

pid

[1]) Während 1964 — also im ersten Jahrgang — auf 146 Seiten neben „Aufsätzen", nur „Buchbesprechungen" und „Neue Geräte" zum Spektrum der „ap" gehörten, waren 1972 auf 276 Seiten Veröffentlichungen unter folgenden Rubriken zu finden: „Aufsätze", „Berichte", „Patentreferate", „ap-Lexikon", „Aus der Praxis — für die Praxis (Herstellerkatalog)", „TI-GRW/impuls-Aufsatzschau", „Historisches aus der BMSR-Technik", „Zu Besuch in ... (Reportage)", „Berlin, den ... (Interview)", „ap-Werkstatt (u. a. MMM)", „Feuilleton", „Humoristisches".

Ing. R. PREISSLER, Kindelbrück/Thüringen

Informationsfluß und Belegdurchlauf – wichtige Arbeitselemente bei der komplexen Rationalisierung der Produktionsorganisation

IA 5.9.3

Einleitung[1])

Bei der komplexen sozialistischen Rationalisierung unserer Betriebe kommt den Problemen der Informationssteuerung und des Belegdurchlaufes als Grundelemente der Produktionsorganisation besondere Bedeutung zu, weil diese den Nutzeffekt des gesamten Projektes entscheidend beeinflussen.

Viele Störungen im Produktionsablauf sind auf fehlende, verspätete oder verstümmelte Informationen zurückzuführen. Der Leitungs- und Verwaltungsapparat des Betriebes ist daher als kompliziertes Informationssystem mit vielen Ein- und Ausgängen, mit Direktverbindung und Rückkopplung zu betrachten.

[1]) Diesem Informationsartikel liegt ein ausführlicher Bericht zugrunde (13 Seiten, 2 Zeichnungen), der unter Angabe des Kennwortes *„Preißler: Arbeitselemente, msr 001/73"* in der Deutschen Staatsbibliothek gespeichert ist. Bestellungen über Vervielfältigungen sind an die o. a. Bibliothek, 108 Berlin, Unter den Linden 8, zu richten, die auch den Versand und die Verrechnung besorgt.

Mitteilung aus dem VEB Kofferfabrik Kindelbrück/Thüringen.

Ziel der Rationalisierung von Informationsprozessen muß die Optimierung der Kommunikationswege sein, die geringe Kommunikationsverluste und -kosten sichern und beschleunigte Entscheidungen ermöglichen sowie auch die einmalige Gewinnung und mehrfache Verwendung von Informationen und gründliche Auswertung einmal erarbeiteter Informationen.

1. Anforderungen an ein optimales Informationssystem

Die Nomenklatur der Informationen wird hinsichtlich ihres Inhaltes und ihres Bestimmungszweckes durch die Forderungen der Produktion bestimmt und hängt von deren Charakter, Umfang, Typ und anderen Besonderheiten ab. So sind sowohl der Inhalt der Arbeit von ingenieurtechnischem Personal und von den Angestellten als auch die von ihnen zu bearbeitenden Informationen objektive Faktoren, die der Arbeitsorganisation zugrunde zu legen sind. Alle im Prozeß der Leitung und Planung zu verarbeitenden Infor-

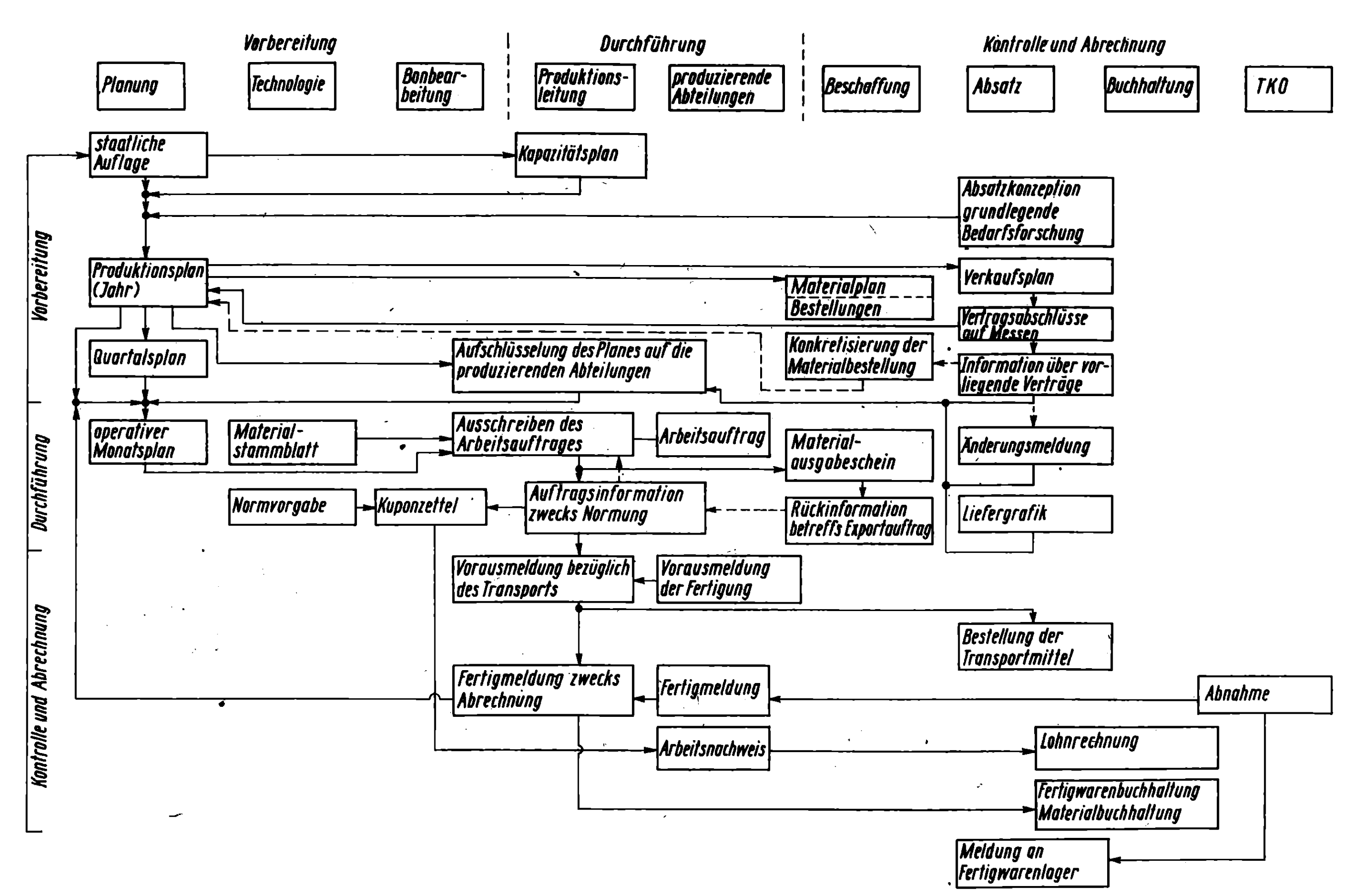


Bild 1. Informationsfluß zwischen Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle und Abrechnung der Produktion im VEB Kofferfabrik Kindelbrück (Istzustand)

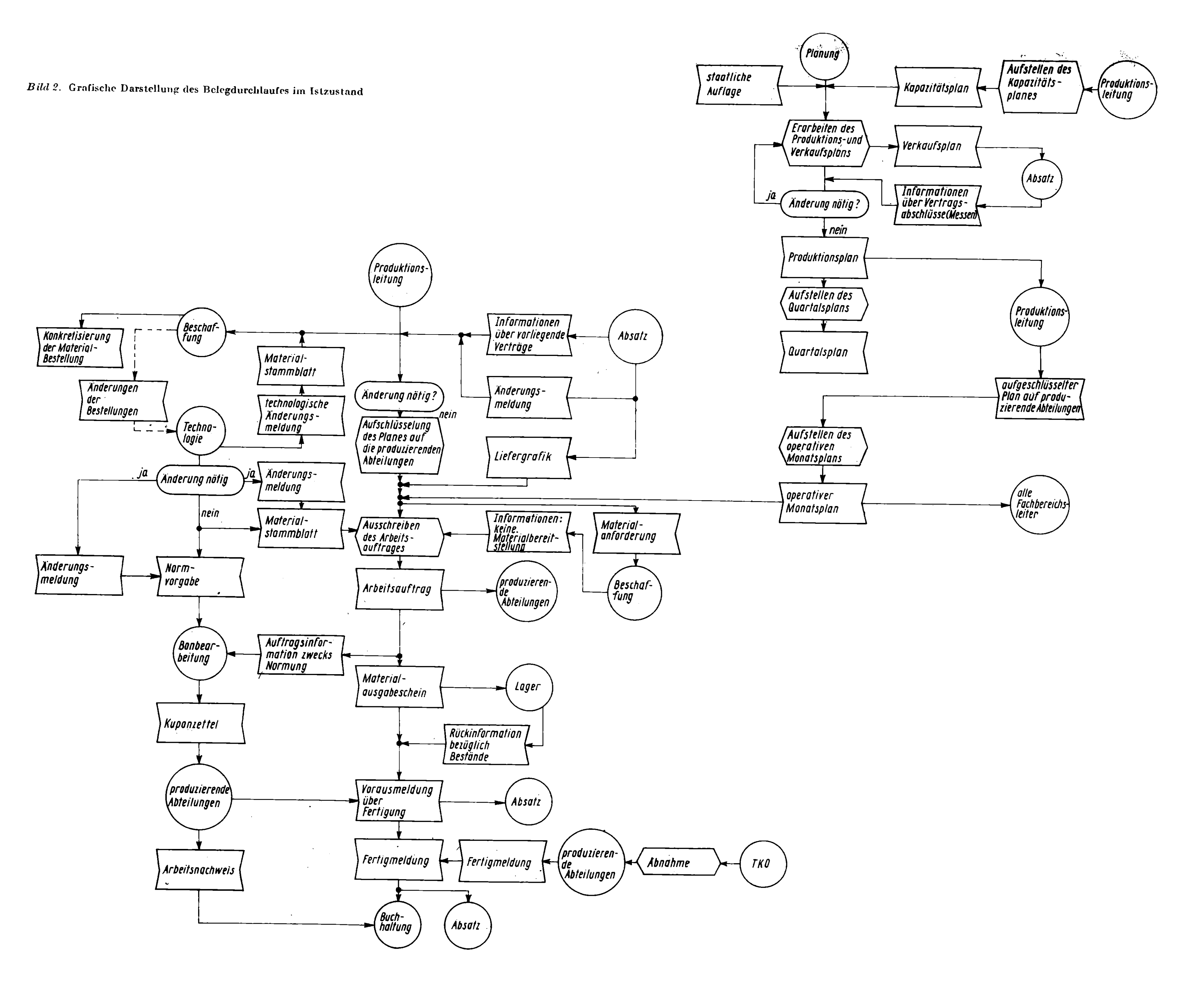


Bild 2. Grafische Darstellung des Belegdurchlaufes im Istzustand

mationen werden durch Qualität, Quantität und Informationsfluß charakterisiert.

Die Qualität der Information wird durch die Kompliziertheit der Leitung bestimmt. Je unterschiedlicher die im Leitungsprozeß zu verarbeitenden Informationen sind, um so verschiedenere Funktionen müssen das ingenieurtechnische Personal und die Angestellten ausüben, um einen normalen Arbeitsablauf des Betriebes zu garantieren.

Die Quantität der Information besteht in der Ermittlung des Arbeitsaufwandes, der zur Verarbeitung der Informationen und zur Entscheidungsfindung sowie zur Bestimmung ihres Inhaltes erforderlich ist.

Der Informationsfluß stellt eine bestimmte Reihenfolge des Durchlaufes durch die Struktureinheiten von der Entstehung des Informationsträgers oder, konkreter gesagt, des Datenträgers bis zu seiner Ablage oder bis zur Weitergabe außerhalb des Betriebes dar.

Die Analyse der auf das Informationssystem einwirkenden Elemente der Arbeitsorganisation führt zur Einschätzung, in welchem Grade die an das System gestellten wichtigen Forderungen erfüllt sind. Diese setzen sich wie folgt zusammen:

— ausreichende Geschwindigkeit der Information, damit diese effektiv genutzt werden kann,
— minimaler Arbeitszeitaufwand bei der Erfassung, Weitergabe und Bearbeitung der Information,
— kürzeste und direkte Wege der Informationsvermittlung,
— maximale Aufnahmefähigkeit der Informationsträger je Einheit,
— Genauigkeit der Information,
— Vollständigkeit der Information.

2. Analyse des Istzustandes

Die Analyse des Informationsflusses und -inhaltes ist mit einer Klassifikation der Informationen zu beginnen und wird hinsichtlich

— der Stabilität in konstante und variable,
— der Entstehung in primäre und sekundäre,
— des Bestimmungszweckes in Grund- und Hilfsinformationen,
— der Bewegungsrichtung in Eingangs- und Ausgangsinformationen,
— der Darstellung in Textinformationen und grafische Informationen,
— des Anfalles in turnusmäßige Berichtsinformationen (statistische und nicht statistische) und operative Informationen (Fallinformationen)

unterteilt.

Der Umfang der Informationen und ihre Übermittlungswege während der Bearbeitung hängen von der Qualität der Produktionsorganisation sowie auch von der Arbeit der Mitarbeiter ab. Der Belegdurchlauf wird durch die Struktur des Verwaltungsapparates, durch die Arbeitsteilung und Kooperation durch Form und Inhalt der Dokumentation, durch Methoden und Mittel der Erfassung sowie durch die Übermittlung und Verarbeitung der Informationen bestimmt. Daher muß sich die Projektierung dieser Elemente der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation für ingenieurtechnisches Personal und Angestellte auf das Studium und die Analyse des Informationsinhaltes und des Informationsflusses stützen.

Die Darstellungsformen der aus der Analyse gewonnenen Ergebnisse sind vielfältig, als Beispiel seien hier die Bilder 1 und 2 angeführt. Zur genaueren Analyse können neben verbalen Erläuterungen auch noch Tabellen angefertigt werden, die über den Umfang und die Häufigkeit je Zeiteinheit der wichtigsten Informationen Auskunft geben.

3. Grundsätze zur Erarbeitung des Sollzustandes der Informationsverarbeitung

Um den Arbeitsaufwand bei der Informationsverarbeitung zu senken und deren Qualität heben zu können, muß bei der Erarbeitung eines rationellen Belegdurchlaufsystems die Einhaltung folgender Grundsätze gewährleistet sein:

a) Vereinheitlichung und Verringerung der Belegvordrucke.
b) Minimierung des Informationsumfanges durch einmalige Erfassung der Daten in den Belegen und durch Gliederung des Informationsumfanges in konstante und variable Daten.
c) Einführung einheitlicher Vordrucke für die gesamte Dokumentation des Betriebes.
d) Maximale Anpassung der Informationen an die Forderungen der Struktureinheiten, damit der Technologe, Normer oder Planer die erarbeiteten Angaben im Ausgangsbeleg nur einmal festhält und alle nachfolgenden Informationen mit Gruppierungscharakter zentralisiert bearbeitet werden können.
e) Einführung eines einheitlichen Änderungsdienstes.
f) Ausarbeitung und Einführung standardisierter Brieftexte.

Die Rationalisierung der Produktionsorganisation erfolgt in Etappen und kann je nach Umfang der erforderlichen Teilarbeitsschritte mittels Netzplantechnik übersichtlich dargestellt und kontrolliert werden. In erster Linie werden Arbeiten in Angriff genommen, für die die entsprechenden Bedingungen vorhanden sind. Darauf werden nach dem Plan der wissenschaftlichen Arbeitsorganisation Maßnahmen zur Optimierung der Struktur der Leitung und der Belegvordrucke, zur Ausstattung der Struktureinheiten mit technischen Hilfsmitteln, zur Organisation der Arbeitsplätze und Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen eingeleitet.

Die nächste Etappe bildet die Einführung der ausgearbeiteten Technologie für den gesamten Arbeitskomplex im Leitungssystem.

msr 4506

In der Redaktion eingegangen: 1. September 1972.

Dipl.-Ing. H. MALITZKI, Berlin

Elektronische Stabilisierung der Drehzahl von Gleichstrom-Kleinstmotoren

IA 5.8.7

Der Beitrag behandelt Wirkungsweise, Dimensionierungsfragen und Aspekte der Leistungsfähigkeit der nach dem Brückenprinzip arbeitenden Regelschaltung zur Stabilisierung der Drehzahl von Gleichstromkleinstmotoren; insbesondere wird die Drehzahlstabilität für eine mit einfachen Mitteln nach diesem Prinzip realisierte Schaltungsvariante untersucht.

Einleitung[1])

Für verschiedene Einsatzgebiete — z. B. in der Meßtechnik oder in batteriegespeisten elektroakustischen Anlagen — ist die Drehzahlkonstanz von Gleichstromkleinstmotoren nicht ausreichend, und es muß eine automatische Stabilisierung erfolgen. Für Gleichstrommotoren mit konstantem Magnetfluß Φ gelten die Beziehungen [1]

$$U = E_g + I \cdot R_g \tag{1}$$

$$U = c\,\Phi\, n + I\, R_g \tag{1a}$$

$$M = c_1\, \Phi\, I \tag{2}$$

$$n = \frac{1}{c\,\Phi}\left(U - \frac{R_g\, M}{c_1\, \Phi}\right). \tag{3}$$

Aus Gl. (3) geht hervor, daß die Motordrehzahl n durch Änderungen der Motorbetriebsspannung U, des Motorwiderstandes $R_g = R_A + R_K$, der sich aus Ankerwiderstand R_A und Kollektorübergangswiderstand R_K zusammensetzt, und durch Änderungen des Lastmoments M beeinflußt wird. Hierbei wurden die in den Motorlagern und den Kollektorübergängen durch Reibung entstehenden Verlustmomente als Bestandteil von M angenommen.

Zur Einführung einer Drehzahlregelung muß ein drehzahlabhängiges elektrisches Signal gewonnen werden. Direkt drehzahlproportionale elektrische Signale sind z. B. die Urspannung $E_1 = C_1\, \Phi_1\, n$, die mit einer zusätzlichen Generatorwicklung oder einem mit der Motorwelle fest gekoppelten Gleich- oder Wechselspannungs-Tachogenerator [2] entnommen werden kann, sowie die Gegenurspannung $E_g = c\,\Phi\, n$, die in der Motorwicklung selbst entsteht.

Die letztgenannte Variante erlaubt den Aufbau eines verhältnismäßig einfachen Regelkreises, der nachfolgend untersucht wird.

[1]) Mitteilung aus dem Institut für Physik der Werkstoffbearbeitung der Akademie der Wissenschaften der DDR.



H. Malitzki (42), Dipl.-Ing., 1951 bis 1954 Studium an der Ingenieurschule für Maschinenbau und Elektrotechnik Magdeburg (Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik), 1956 bis 1965 Fernstudium an der Fakultät für Elektrotechnik der TU Dresden (Schwachstromtechnik). Von 1955 bis 1969 Entwicklungstätigkeit (Fernsehmeßtechnik) im VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin. Ab 1970 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Physik der Werkstoffbearbeitung der AdW in Berlin-Rahnsdorf.

1. Wirkungsweise des angewendeten Regelkreises

Kernstück der angewendeten Regelschaltung ist eine Wheatstone-Brücke, bei der der zu regelnde Motor in einem der vier Brückenzweige liegt [3]. Bei geeigneter Dimensionierung der Brückenelemente entsteht über der Brückendiagonale eine der Motordrehzahl n direkt proportionale elektrische Spannung. Abweichungen der Drehzahl vom Sollwert führen zu Änderungen der Brückendiagonalspannung, d. h. zur Herausbildung einer Regelabweichung. Diese beeinflußt über einen an der Brückendiagonale angeschlossenen Verstärker die Brückenspeisespannung und damit die Motordrehzahl im Sinne einer Angleichung des Istwertes an den Sollwert. Damit liegt ein im regelungstechnischen Sinne geschlossener Wirkungsablauf vor.

2. Untersuchung der Brückenschaltung

Die im Bild 1 dargestellte Brückenanordnung läßt sich mit Hilfe der Zweipoltheorie [4] in eine äquivalente Zweipolersatzschaltung mit der Ersatzspannungsquelle $E_{ers.}$ und dem Ersatzinnenwiderstand $R\,i_{ers.}$ umwandeln.

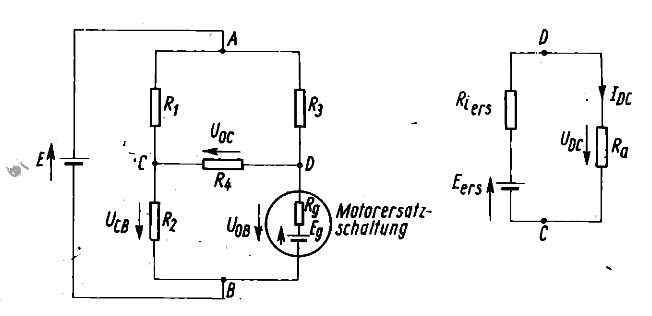


Bild 1. Umwandlung einer Brückenschaltung in eine äquivalente Zweipolersatzschaltung

Zur Vereinfachung der mathematischen Behandlung des Problems wird der Innenwiderstand der Speisespannungsquelle als vernachlässigbar klein angenommen, was für elektronisch stabilisierte Speisespannungsquellen zulässig ist.

$$E_{ers.} = U_{DB} - U_{CB} \tag{4}$$

$$U_{DB} = \frac{R_g}{R_3 + R_g}(E - E_g) + E_g\,, \tag{5}$$

$$U_{CB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}\,E\,, \tag{6}$$

$$E_{ers.} = \left(\frac{R_g}{R_3 + R_g} - \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right)E + \left(1 - \frac{R_g}{R_3 + R_g}\right)E_g\,, \tag{4a}$$

$$U_{DC} = \frac{E_{ers.}}{R\,i_{ers.} + R_a}\,R_a\,, \tag{7}$$

$$Ri_{\text{ers.}} = \frac{R_3 R_g}{R_3 + R_g} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \quad (8)$$

$$R_a = R_4 \quad (9)$$

$$U_{DC} = \frac{\left(\frac{R_g}{R_3 + R_g} - \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) E + \left(1 - \frac{R_g}{R_3 + R_g}\right) E_g}{\frac{R_3 R_g}{R_3 + R_g} + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4} R_4 . \quad (7a)$$

Im abgeglichenen Zustand gilt

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_g}{R_3} = V \quad (10)$$

und Gl. (7a) vereinfacht sich zu dem Ausdruck

$$U_{DO} = \frac{R_4}{V(R_1 + R_3 + R_4) + R_4} E_g , \quad (7b)$$

bzw. zu

$$U_{DC} = \frac{c \Phi R_4}{V(R_1 + R_3 + R_4) + R_4} n , \quad (7c)$$

woraus unmittelbar abzulesen ist, daß mit U_{DC} eine der Gegenurspannung E_g und damit der Motordrehzahl n direkt proportionale elektrische Meßgröße zur Verfügung steht, die zur Regelung der Motordrehzahl ausgenutzt werden kann.

Gegenüber der Variante mit separater Generatorwicklung [2] weist diese Lösung allerdings den Nachteil auf, daß durch Widerstandsänderungen, die zu einer Brückenverstimmung

$$\frac{R_2}{R_1} \neq \frac{R_g}{R_3}$$

führen, zwangsläufig eine unerwünschte Drehzahländerung eintritt.

Für die Festlegung des Widerstandsverhältnisses V [Gl. (10)] sind zwei einander widersprechende Forderungen zu berücksichtigen. Zur Erreichung einer hohen Empfindlichkeit muß V möglichst klein Gl. (7b), zur Minimierung der Wärmeverluste in R_3 und R_1 möglichst groß gewählt werden.

3. Bestimmung des dynamischen Motorwiderstandes

Aus dem aus Gl. (1a) entwickelten Gleichungssystem

$$U_1 = K n_1 + R_g I_1 \quad (1b)$$

$$U_2 = K n_2 + R_g I_2 , \quad (1c)$$

das die Unbekannten K und R_g enthält, ergibt sich der dynamische Motorwiderstand zu

$$R_g = \frac{n_1 U_1 - n_2 U_2}{n_1 I_2 - n_2 I_1} . \quad (11)$$

$K = c\,\Phi$ spezifische Motorkonstante; U_1, U_2 Motorspannungen unter- und oberhalb der Motorbetriebsspannung U; I_1, I_2 jeweils fließende Motorströme; n_1, n_2 jeweils auftretende Motordrehzahlen.

Über Gl. (11) läßt sich der dynamische Motorwiderstand R_g durch Messung der bei zwei verschieden großen Motorspannungen auftretenden Motorströme und Motordrehzahlen experimentell bestimmen.

4. Drehzahlstabilisierungsschaltung

Die Drehzahlstabilisierungsschaltung (Bild 2) wurde für den Dauermagnet-Motor Typ 1020.8 des VEB Elektrogerätewerk Suhl entwickelt (Tafel). Der Motor ist Teil einer Meßanordnung und wird wegen der durch die Meßaufgabe bedingten Solldrehzahl $n = 5120\ \text{min}^{-1}$ mit einer Betriebsspannung $U = 13{,}4\ \text{V} < U_n = 24\ \text{V}$ betrieben, die unter der Nennspannung liegt. Dadurch werden gleichzeitig die Motorerwärmung und der Kohlebürstenverschleiß verringert.

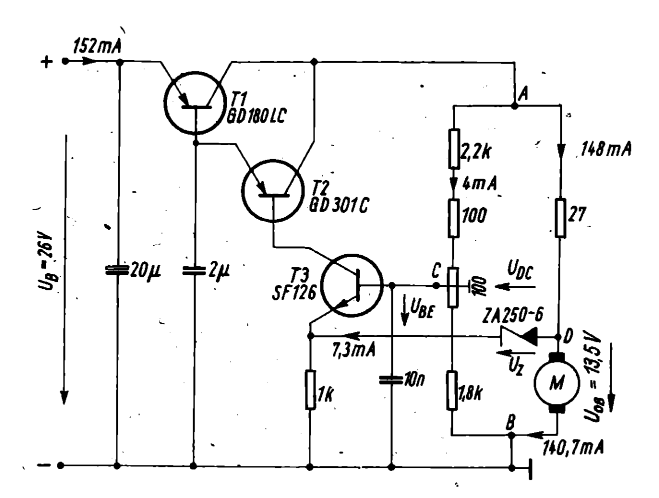


Bild 2. Stabilisierungsschaltung

Tafel. Technische Daten des Motors

Nennspannung	$U_N = 24$ V
Nennstrom	$I_N = 0{,}45$ A
Leistungsabgabe	$N_{Ab} = 4$ W
Drehzahl	$n = 8000\ \text{min}^{-1}$
Zulässige prozentuale Drehzahlabweichung ($Md = 50$ pcm, $n = 8000\ \text{min}^{-1}$)	$p = \pm 15\%$

Die über der Brückendiagonale entstehende Spannung U_{DO} ist der Regelgröße n direkt proportional Gl. (7c) und damit ein Ausdruck für den Istwert der Motordrehzahl. Drehzahlabweichungen $\Delta n = n_{\text{Ist}} - n_{\text{Soll}}$ gegenüber dem Sollwert führen zu entsprechenden Änderungen von U_{DO}, d. h. zur Herausbildung einer Differenzspannung ΔU_{DO}, die über eine Zenerdiode der Basis/Emitter-Strecke des Transistors *T1* zur Auslösung des Regelvorganges zugeführt wird. Dabei gelten folgende Beziehungen:

$$\Delta U_{DC} = U_{DC\text{Ist}} - U_{DC\text{Soll}}$$

bzw. unter Berücksichtigung von Gl. (7c)

$$\Delta U_{DC} = K_1 \Delta n$$

$$\Delta U_{BE} = U_{BE\text{Ist}} - U_{BE\text{Soll}}$$

$$U_{BE} = U_Z - U_{DC}$$

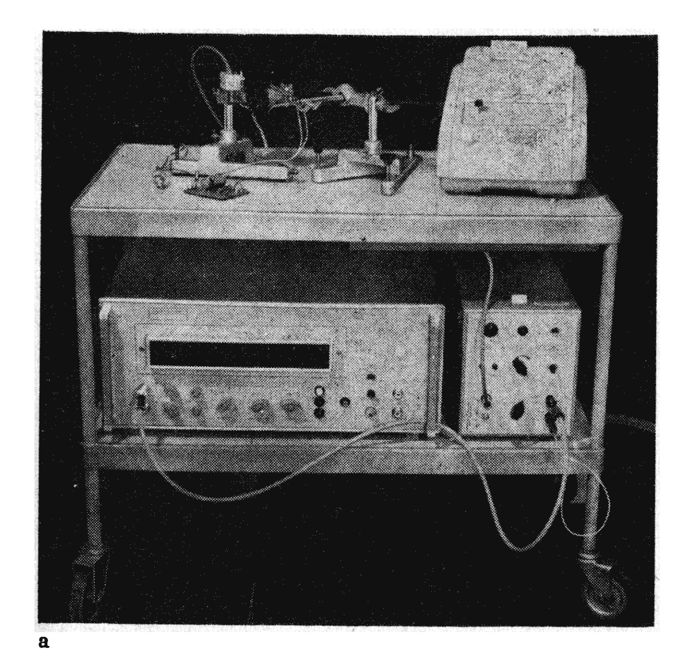
U_Z Zenerspannung

$$\Delta U_{BE} = -\Delta U_{DC}$$

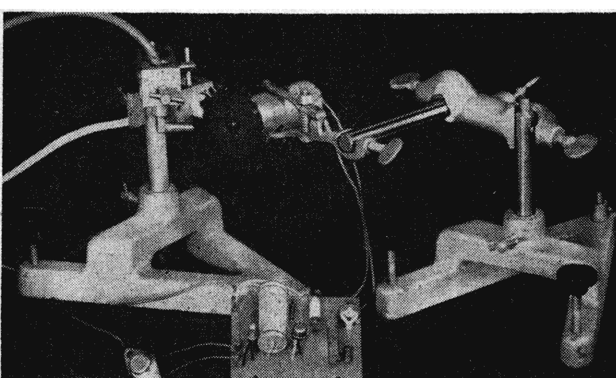
$$\Delta U_{BE} = -K_1 \Delta n .$$

Die an der Basis/Emitter-Strecke wirksame Regelabweichung ΔU_{BE} ist dem negativen Wert der Drehzahländerung direkt proportional. Mit dem 100 Ω-Einstellregler kann die Solldrehzahl innerhalb vorgegebener Grenzen verändert werden.

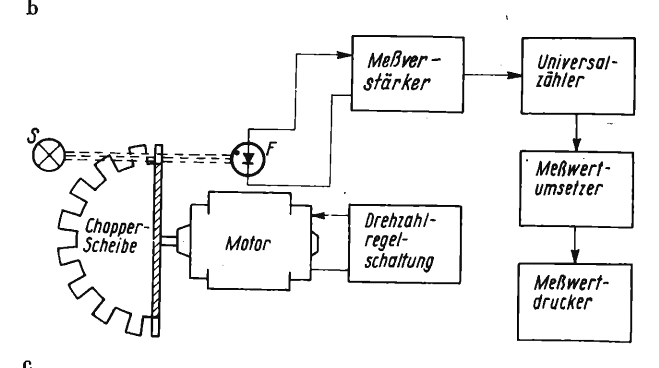
Im Bild 2 sind die wichtigsten in der Stabilisierungsschaltung auftretenden Strom- und Spannungswerte angegeben. Aus ihnen geht hervor, daß etwa die Hälfte der der Schaltungsanordnung zugeführten Gesamtleistung im Transistor *T1*



a



b



c

Bild 3. Meßanordnung zur Untersuchung der Drehzahl-Stabilisierungsschaltung
a) Gesamtansicht, b) Teilansicht, c) Signalflußplan

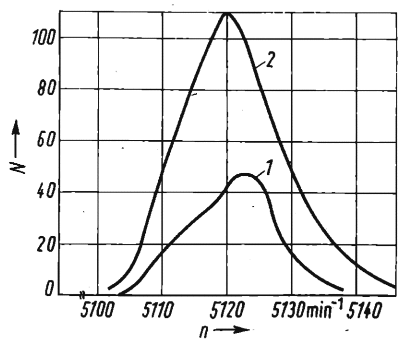


Bild 4. Häufigkeit N des Auftretens der verschiedenen Motordrehzahlen n
Kurve *1*: N nach $t_1 = 33$ min
Kurve *2*: N nach $t_2 = 92$ min

und dem zwischen den Punkten A und D liegenden 27 Ω-Widerstand verbraucht wird, d. h., die Stabilisierungsschaltung hat einen Wirkungsgrad von ungefähr 50%.

5. Ergebnisse

Da der Motor für die vorgesehene Meßaufgabe als Choppermotor[1]) innerhalb eines Strahlungspyrometers mit konstantem Lastmoment betrieben wird — Laständerungen durch Änderungen der Reibungskräfte in den Lagern und Kollektorübergängen sind selbstverständlich immer vorhanden — wurden die Stabilitätsuntersuchungen auf die Ermittlung des Drehzahlverhaltens als Funktion der Zeit und der Betriebsspannung beschränkt. Die Untersuchungen wurden mit der im Bild 3 angegebenen Meßanordnung unter Betriebsbedingungen durchgeführt, d. h. der Motor wurde — genau wie beim späteren Einsatz in der Meßtechnik — als Choppermotor betrieben. Dabei wird der die Fotodiode F von der Strahlungsquelle S erreichende Strahlungsfluß durch die rotierende Chopperscheibe periodisch unterbrochen, und es entsteht ein Fotodiodensignalstrom, dessen Frequenz der Motordrehzahl direkt proportional ist. Die Meßwerte wurden in vorwählbaren, festen Zeitabständen durch den Meßwertdrucker ausgedruckt.

5.1. *Zeitabhängigkeit des Drehzahlverhaltens*

Kurzzeitkonstanz: Bei diesen Messungen wurde die Betriebsspannung U_B auf $\pm$ 0,5% konstant gehalten. Im Bild 4 sind die Häufigkeiten dargestellt, mit denen die verschiedenen Motordrehzahlen innerhalb der Zeitintervalle $t_1 = 33$ min (Kurve 1) und $t_2 = 92$ min (Kurve 2) aufgetreten waren; die Registrierung der Meßwerte erfolgte im 10 s-Abstand. Aus den gegenübergestellten Kurven geht hervor, daß erst nach etwa 1,5 h eine ausgewogene Häufigkeitsverteilung erreicht wird. Die Verschiebung des Häufigkeitsschwerpunktes der Kurve *1* gegenüber dem der Kurve *2* um etwa 0,5‰ der Motordrehzahl wird darauf zurückgeführt, daß die Brückenelemente — R_g gegenüber R_1, R_2 und R_3 — ihre Endtemperatur nicht gleichzeitig und außerdem mit unterschiedlichen Erwärmungsgeschwindigkeiten erreichten. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes wurden Maximalabweichungen der Drehzahl vom Sollwert um $\pm$ 0,6% registriert.

Langzeitkonstanz: Bei einem nichtständigen Betrieb mit unstabilisierter Betriebsspannung über mehrere Wochen betrugen die maximalen Drehzahlabweichungen $\pm$ 1,5% gegenüber der Solldrehzahl. Diese Abweichungen wurden hauptsächlich durch Langzeitinstabilitäten der elektronischen Bauelemente und des Gleichstrommotors hervorgerufen.

5.2. *Spannungsabhängigkeit des Drehzahlverhaltens*

Bei Änderungen der Betriebsspannung U_B um $\pm$ 15% betrugen die Änderungen der Drehzahl n gegenüber dem Sollwert weniger als $\pm$ 3‰.

Zusammenfassung

Für die nach dem Brückenprinzip arbeitende Regelschaltung zur Stabilisierung der Drehzahl von Gleichstromkleinstmotoren werden Grundsatzprobleme und Aspekte der Leistungsfähigkeit untersucht: Mit Hilfe der Zweipoltheorie wird ein Ausdruck gewonnen, der die Abhängigkeit der Brückendiagonalspannung U_{DC} von der Gegenurspannung E_g des

[1]) choppen, Zerhacken.

Motors und der Brückenspeisepannung E beschreibt. Daraus wird eine Bedingung abgeleitet, die bezüglich der Widerstandsverhältnisse in den Brückenzweigen erfüllt sein muß, um U_{DC} von E unabhängig werden zu lassen. Es wird ein Verfahren angegeben, mit dem der im Betriebsfall vorliegende dynamische Motorwiderstand ermittelt werden kann. Für eine mit einfachen Mitteln realisierte Regelschaltung wird das Drehzahlverhalten als Funktion der Zeit und der Betriebsspannung unter Anwendung eines digitalen Meßverfahrens quantitativ untersucht. Dabei wurden die folgenden, auf den Sollwert n bezogenen Maximalabweichungen Δn der Drehzahl registriert:

$$\frac{\Delta n}{n} = \pm 15 \cdot 10^{-3} \text{ (Langzeitkonstanz}/\Delta t = 30 \text{ d)}$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \pm 6 \cdot 10^{-3} \text{ (Kurzzeitkonstanz}/\Delta t = 1{,}5 \text{ h)}$$

$$\frac{\Delta n}{n} = \pm 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\left(\text{Betriebsspannungseinfluß} \Big/ \frac{\Delta U_B}{U_B} = \pm 15 \cdot 10^{-2}\right).$$

Die vorgestellte Regelschaltung zeichnet sich durch ihre Einfachheit und eine sehr geringe Empfindlichkeit gegenüber Betriebsspannungsschwankungen aus.

Literatur

[1] *Reusch, K.; G. Hoschke; J. Scholz:* Lehrbuch der Elektrotechnik, Band 2: Elektrische Maschinen und ihr Einsatz, Elektronik. Berlin: VEB Verlag Technik 1968.

[2] *Bergtold, F.:* Elektronische Drehzahlregelung von Gleichstrom-Kleinstmotoren mit Kollektor. Automatik 13 (1968) H. 8, S. 276 bis 279.

[3] *Liess, W.:* Drehzahlregelung an Gleichstrom-Kleinstmotoren. radio und fernsehen 13 (1964) H. 9, S. 287.

[4] *Schönfeld, H.:* Die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik. Leipzig: S. Hirzel Verlag 1952.

msr 4507

Dr.-Ing. ST. WYDŻGA, Warschau

Polnische Geräte der elektrischen analogen Informationsverarbeitung der dritten Generation (Teil II)[1]

IA 4.0

2.6.11. Mechanischer Aufbau

Der mechanische Aufbau wird in Abhängigkeit von der Anwendung sowie der Schaltung des Gerätes ausgewählt.

Geräte in separaten Gehäusen sind vorwiegend für die Gewinnung und Nutzung von Informationen, für aufgabengebundene Regler und für Rechenbausteine zum Bau in der Nähe des Objektes vorgesehen.

Auch einige Bausteingruppen des Zentralteils, die einfache Regelkreise bilden, können in Gehäusen montiert werden (Kompaktgehäuse).

Für den Einbau am Vorderteil von Warten oder Pulten ist der Warten- und Pulteinbau bestimmt und hauptsächlich für die Geräte vorgesehen, an deren Vorderteilen sich Einrichtungen, die eine Information für den Operator bringen (Signallampen, Zähler, Anzeigegeräte, Schreiber), sowie Bedienungselemente (Schalter, Tasten, Knöpfe usw.) befinden.

Aus o. g. Gründen werden dafür vorwiegend

— Regler mit Leitgeräten,
— Leitgeräte,
— Leitgeräte für die Zusammenarbeit mit dem Rechner,
— Einstellgeräte,
— Signalisatoren,
— Zähler,
— Meßgeräte und Schreiber

in dieser Bauweise ausgeführt.

Die Einschub-Bausteinbauweise ist vorwiegend für Bausteine, die keine Bedienungs- oder Signalelemente haben, bestimmt, da sich die Frontplatte der Bausteine hinter den normal geschlossenen Schranktüren befindet. Die Tiefe von Einschub-Bausteinen ist viel kleiner als die von Warten- und Pultgeräten. Auch das Frontteil von Bausteinen hat keine Befestigung zur Front der Montageplatte. Die Bausteine werden in den Kassetten, für die eine Abmessungenreihe vorgesehen ist, montiert.

2.7. *Zusammenarbeit des Zentralteils des elektrischen analogen Regelungssystems mit anderen Teilen oder Zweigen*

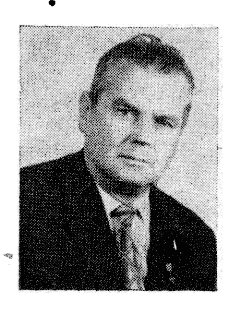
2.7.1. Zusammenarbeit des Zentralteils mit den Geräten der Informationsgewinnung

In Abhängigkeit von der Bauweise können folgende Varianten unterschieden werden:

a) Für Einschub-Bausteinweise wird die Zusammenarbeit des Zentralteils mit dem Umformerteil mit den Systemwandlern für die Umwandlung des Strom- oder Spannungssignals auf das Spannungssignal mit dem Bereich von 0 bis 10 V mit und ohne galvanische Trennung realisiert. Der Wandler mit galvanischer Trennung kann notwendig sein, wenn der Fühler geerdet ist (was oft bei Thermoelementen der Fall ist) und der Meßumformer keine galvanische Trennung hat.

b) Pult- und Wartengeräte arbeiten unmittelbar mit den Meßumformern, da das Eingangssignal ein Stromsignal hat.

[1] Teil I erschien im Heft 11/1972.



S. Wydżga (46), Dr.-Ing., studierte von 1945 bis 1949 an der Fakultät für Elektrotechnik der Politechnika Warszawska und von 1949 bis 1952 an der Fakultät für Physik der Warschauer Universität. Seine Dissertation schloß der Autor 1964 an der Polnischen Akademie der Wissenschaften ab. Heute ist *S. Wydżga* als Leiter der Entwicklungsgruppe im Industrie-Institut für Regelungs- und Meßtechnik (MERA-PIAP) in Warschau tätig.

Ein auswechselbarer Eingangskreis für unterschiedliche Signalbereiche wird vorgesehen.

c) Die aufgabengebundenen Regler können mit dem Umformerteil unter Verwendung von Einheitssignalen wie auch von natürlichen Signalen zusammenwirken. Hauptkriterien dafür sind metrologische Parameter wie auch ökonomische Probleme.

2.7.2. Zusammenarbeit der Zentralteile mit den Geräten der Informationsnutzung

Die stetigen Regler vom Typ ARC in Kompaktbauweise für Warteneinbau steuern die Stellmotoren mit Hilfe von Leistungsstellverstärkern. Das Ausgangssignal der Regler ist 4 bis 20 mA. Die Schrittregler vom Typ ARK in Kompaktbauweise für Warteneinbau steuern die Stellantriebe mit dem Dreipunktgleichspannungssignal —10; 0; +10 V oder Dreipunktwechselspannungssignal 0 und 220 V, 50 Hz.

Die stetigen Regler in Einschubbauweise steuern die Stellantriebe mit dem Stromsignal beim Einsatz von Leitgeräten des Typs ANC.

Die Schrittregler in Einschubbauweise steuern die Stellantriebe mit dem Dreipunktgleichspannungssignal —10; 0; +10 V beim Einsatz von Leitgeräten des Typs ANK.

Außer diesen Geräten gehört zu dem Zentralteil noch eine einstellbare Referenzstromquelle 4 bis 20 mA, die dem Operator die Polarisationseinstellung von Stellantrieben ermöglicht. Diese Referenzquelle ist in Kompaktbauweise für Warteneinbau hergestellt.

Der Umformer ADP dient zur Festsetzung der Stellung von Stellantrieben sowie als Rückkopplungselement von der Stellung von Stellantrieben.

Die Zusammenarbeit des Zentralteils mit dem pneumatischen und hydraulischen Zweig wird durch die mit Stromsignal gesteuerten elektropneumatischen und elektrohydraulischen Wandler realisiert.

2.7.3. Zusammenarbeit des Zentralteils mit den digitalen Systemen

Die Zusammenarbeit von analogen Regelgeräten mit dem Rechner kann als rechnergeführte Regelung (RGR) oder als direkte Rechnersteuerung (direct digital control — DDC) vorgesehen werden.

Für die Führung des Reglers durch den Rechner sind

a) Steuerung mit der Impulszahl im Dekrementsystem von der Amplitude 5 V und Frequenz bis 100 Hz; Pulsausfüllkoeffizient bei RGR beträgt 0,5.

Bei der direkten Rechnersteuerung (DDC) werden die Impulse im Bereich —5; 0; +5 V amplitudenmoduliert.

Bei den Steuerimpulsen beträgt die Breite 2 ± 0,5 µs und die Pause 100 µs. Der Wert des Adressensignals beträgt —10 V.

b) Steuerung mit der Impulsbreite; bei der rechnergeführten Regelung werden die Rechnersignale in der Form der Impulsdauer und Adressensignal angegeben.

Bei der direkten Rechnersteuerung (DDC) steuern die Impulse von der modulierten Amplitude und Dauer den Analogspeicher; die Amplitude beträgt —5 bis 0 bis +5 V.

Bei der RGR werden die Impulse vom Digitalsystem zum Kommutator ADIm ein Signal der Drehrichtung angegeben. Der Schrittmotor steuert das Sollwertpotentiometer; für die 100% der Änderung des Potentiometerwiderstandes (10 Potentiometerumdrehungen) sind 720 Impulse notwendig.

Tafel 2. Eingangssignale des Signalwandlers ASW

Bereich	Eingangswiderstand
0 bis 5 V	10 kΩ
0 bis 10 V	10 kΩ
0 bis 5 mA	600 Ω
0 bis 20 mA	150 Ω
2 bis 10 mA	300 Ω
4 bis 20 mA	150 Ω

Als Stellrückkopplungssignal dient das Gleichspannungssignal 0 bis 5 V. Bei der direkten Rechnersteuerung werden die Impulse zum Eingang des Analogspeichers vom Leitgerät ANC oder Regler ARC ausgegeben. Das analoge Ausgangssignal des Reglers oder des Leitgerätes wird zum Digitalsystem als Rückkopplung ausgegeben.

Bei der RGR öffnet der Rechnerimpuls die Einrichtung, die den Synchronmotor in Bewegung setzt. Der Synchron- oder Schrittmotor bewegt sich während der Impulsdauer. Er ist durch das Getriebe mit dem Sollwertpotentiometer gekoppelt. Das Sollwertsignal bringt den digitalen Systemen eine aktuelle Information über den Sollwert.

Bei der direkten Rechnersteuerung mit Impulsbreite schaltet das Signal die Spannung am Eingang des Analogspeichers ein. Die Polarisation der Spannung wird durch die Signaladresse gesteuert. Der Analogspeicher befindet sich im Leitgerät des Reglers.

3. Besprechung der wichtigsten Geräte des Zentralteiles des elektrisch-analogen Regelungssystems

3.1. *Signalwandler ASW*

3.1.1. Anwendung

Der Signalwandler kann zur Wandlung von analogen Einheitsstromsignalen auf das Spannungssignal, dem Übertragungssignal zwischen den Geräten des Zentralteiles, verwendet werden. Des weiteren kann er als galvanisches Trennglied für das Spannungssignal, das wieder auf das Spannungssignal umgewandelt wird, oder als zusätzliches Filter für Welligkeit des Eingangssignals Anwendung finden.

3.1.2. Technische Daten

Die Eingangssignale sind der Tafel 2 zu entnehmen. Es ist eine Eingangsüberlastung bis 24 V bei Spannungssignalen zulässig.

Ausgang: Spannungssignal 0 bis 10 V; Last $\geqq$ 2 kΩ; Innenwiderstand $\leqq$ 1 Ω; unbegrenzte Kurzschlußzeit; Oberwellengehalt im Ausgangssignal bis 0,25%; lineare Abhängigkeit zwischen dem Ein- und Ausgangssignal; Grundfehler $\leqq$ 0,16%; Zusatzfehler $\leqq$ 0,1%.

Dynamische Eigenschaften: Obere Übertragungsfrequenz 5 Hz bei der Dämpfung 3 dB; Dämpfung von 50 Hz am Eingang ≐ über 34 dB.

Konstruktion: Bausteinbauweise.

3.2. *Separator ASS*

3.2.1. Anwendung

Dieses Teil kann zur galvanischen Trennung des Eingangs- und Ausgangssignals, zur Wandlung von analogen Einheitsstromsignalen auf das Spannungssignal (das Übertragungssignal zwischen den Geräten des Zentralteiles), zur Filterung

der Welligkeit des Eingangssignals eingesetzt werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Ausnutzung der galvanisch von anderen Stromkreisen isolierten Speisespannungsquelle mit der eingebauten Zenerbarriere.

3.2.2. Technische Daten

Die Eingangssignale sind in Tafel 2 zusammengefaßt. Die Eingangsüberlastung bis 24 V bei Spannungssignalen ist zulässig.

Ausgang: Spannungssignal 0 bis 10 V; Last $\geqq 2\,k\Omega$; Innenwiderstand $\leqq 1\,\Omega$; unbegrenzte Kurzschlußzeit; Oberwellengehalt im Ausgangssignal bis 0,25%; korrekte Funktion bei einer Kapazitätsbelastung bis $1\,\mu F$.

Trenneigenschaften: Bei Funktion des Separators kann zwischen den Eingangskreisen und dem Eingangs- oder Ausgangskreis ein Gleich- oder 50-Hz-Wechselspannungsstörsignal mit einem Effektivwert bis 220 V eingeschaltet werden. Der durch die Störsignale verursachte Zusatzfehler darf 0,1% nicht überschreiten. Die Isolation zwischen dem Eingangs- und Ausgangskreis oder den von außen zugänglichen Metallteilen soll die Wirkung der Spannung 500 V, 50 Hz in 1 min ohne Durchschlag oder Funkenschlag bestehen. Der Isolationswiderstand zwischen dem Eingangs- und dem Ausgangskreis darf 20 MΩ nicht unterschreiten.

Dynamische Eigenschaften: Obere Übertragungsfrequenz 5 Hz bei der Dämpfung 3 dB; Dämpfung von 50 Hz am Eingang — über 34 dB.

Zusätzliche Spannungsquelle: Parameter hinter der Zenerbarriere: Spannung 36 V, Oberwellengehalt 1%, Belastbarkeit bis 20 mA.

Konstruktion: Bausteinbauweise.

3.3. Schreiber AMR

Dieses Gerät findet zur stetigen Registrierung von geregelten Größen im Regelungssystem Anwendung.

3.3.1. Technische Daten

Eingangssignale: 4 bis 20 mA, 0 bis 20 mA, 0 bis 10 V; Meßstellenanzahl: 1, 2 oder 3; Grundfehler $\leqq$ 0,6%; Zusatzfehler $\leqq$ 0,4%; Frontabmessungen 144 × 144 mm.

3.3.2. Konstruktionsvarianten

a) Stetige Registrierung mit gleichmäßigem Papiervorschub;

b) Registrierung des Havariezustandes, d. h. Beschleunigung des Papiervorschubs bei Überschreitung des eingestellten Wertes des Regelfehlers;

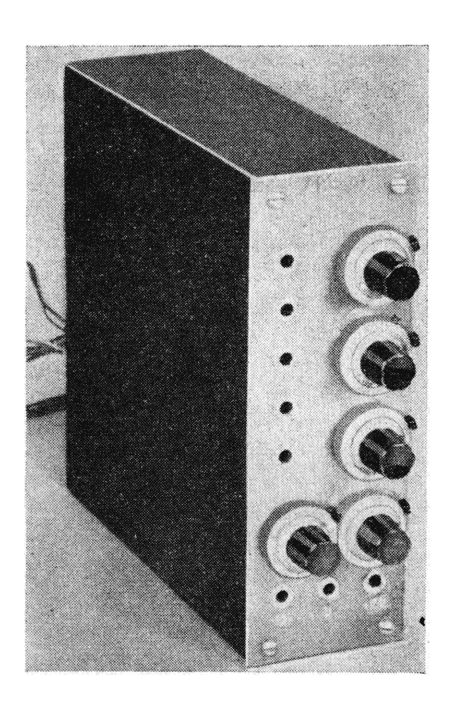
c) Havariezustandsschreiber, bei dem das Registrierpapier nur bei Überschreitung eines früher eingestellten Wertes der Regelabweichung in Bewegung gesetzt wird; sonst steht der Schreibstreifen still. Der Schreiber registriert die Anlauf- und Haltemomente.

Der Schreiber ist in der Kompaktbauweise für Warten- und Pulteinheiten ausgeführt.

3.4. Summator ABS (Bild 1)

Dieses Gerät kann zur algebraischen Summation (Addition und Subtraktion) von Spannungssignalen verwendet werden. Dank der inneren Polarisationsquelle besteht die Möglichkeit der Nullverschiebung des Eingangs- oder des Ausgangssignals. Eine galvanische Trennung von Eingängen ist nicht erfolgt.

Bild 1
Summator ABS-20



Der Summator kann zur Signalsummation vor dem Reglereingang (falls keine Summationsmöglichkeit am Regler besteht) oder an einer beliebigen Stelle des Zentralteils angewandt werden.

3.4.1. Technische Daten

Funktionelle Abhängigkeit: Zwischen den Eingangssignalen ($X_1 \ldots X_4$) und dem Ausgangssignal Y mit

$$Y = k_1 X_1 + k_2 X_2 \pm k_3 X_3 \pm k_4 X_4 + P\,.$$

$k_1 \ldots k_4$ einstellbare Koeffizienten (von 0 bis 1), P Signal der inneren Polarisation einstellbar von 0 bis 100% des Signalbereichs

Die Anzahl der negativen Eingänge darf die Anzahl der positiven nicht überschreiten.

Genauigkeit: Grundfehler $\leqq$ 0,6%; Fehler von Koeffizienten- und Polarisation-Einstellung $<$0,4%; Zusatzfehler $\leqq$ 0,4%.

Eingänge: Gleichspannungseingangssignale 0 bis 10 V; Eingangswiderstand 10 kΩ.

Polarisation: Polarisationssignal P, einstellbar im Bereich 0 bis 10 V.

Ausgang: Gleichspannungsausgangssignal 0 bis 10 V; Innenwiderstand $\leqq 1\,\Omega$; Last $\geqq 2\,k\Omega$; unbegrenzte Kurzschlußzeit; Oberwellengehalt im Ausgangssignal bis 0,25%.

Dynamische Eigenschaften: Obere Übertragungsfrequenz bei der Dämpfung 3 dB: ohne Filter 100 Hz; mit dem Filter 5 Hz. Die Dämpfung der Netzfrequenz mit dem Filter etwa 20 dB.

Konstruktion: Bausteinbauweise. Vorgesehen sind Varianten mit Eingangsanzahl 2 bis 4.

3.5. Universelle Recheneinheit für algebraische Funktionen ABU

Mit dieser Einheit lassen sich die algebraischen Operationen Multiplizieren, Dividieren, Quadrieren, Radizieren realisieren. Die Recheneinheit kann bei der Durchflußmessung, Verhältnisregelung, Ferneinstellung der Verstärkung u. a. Anwendung finden.

msr 4441 (Beitrag wird fortgesetzt)

Aufbewahrung und Ausgabe der operativen Produktionsinformation ermöglicht sowie Information mit der dritten Stufe austauscht. Die dritte Stufe besteht aus einem Prozeßrechner, der die Funktion der operativen Planung und Steuerung verwirklicht.

Die genannten automatisierten Steuerungssysteme wurden in der Hauptsache für die diskrete Produktion entwickelt. Als Beispiel für ein automatisiertes Steuerungssystem in der kontinuierlichen Produktion kann das System „Zement" dienen, das in einem Zementwerk eingesetzt wurde. Das System ist ebenfalls hierarchisch und besteht aus drei Stufen. Auf der Grundlage der vorhandenen mathematischen Unterlagen des Systems ist eine Arbeit im Mehrprogrammregime möglich, wobei die Lösung der Aufgaben nach 25 Prioritäten unterbrochen werden kann.

Von besonderem Interesse ist auch das automatisierte Steuerungssystem „Sirena". Dieses System ist das erste in der UdSSR entwickelte automatisierte Bedienungssystem. Es ist zur Platzreservierung und zum Verkauf von Flugkarten vorgesehen. Die erste Stufe des Systems bedient alle Flugreisen, die von den Moskauer Flugplätzen ausgehen, einschließlich der Transitpassagiere. Im weiteren soll das System auf andere Flugknotenpunkte der „Aeroflot" erweitert werden. Das System erfüllt die folgenden Funktionen: Verkauf von Flugkarten und Annahme von Bestellungen zur Platzreservierung mit anschließender Ausgabe der Flugkarten an die Passagiere (die gebuchten Flugreisen können direkt bzw. maximal auf einer Flugstrecke mit zweimaligem Umsteigen verbunden sein). Weitere Aufgaben des automatisierten Steuerungssystems sind die Registrierung von Transitpassagieren, die Information über die Rückgabe von vorher verkauften Flugkarten sowie die Rückgabe bereits bestellter reservierter Flugkarten. Die Auskunft über vorhandene freie Plätze und die Flugkosten, Auskunft über die für den Passagier günstigste Flugroute sowie die Abbildung dieser Informationen auf einem Bildschirm. Schließlich sammelt das System statistische Daten und gibt bei Bedarf Analyseinformation aus.

Einen großen Mensch/Maschine-Komplex stellt ebenfalls das automatisierte Steuerungssystem „Morflot" dar. Dieses System ist für die Vorbereitung und Findung von Entscheidungen bezüglich der Organisation bei der Steuerung von Passagieren und Lasttransporten der Schiffahrt vorgesehen. Das System besteht aus elf Teilsystemen: operative Kontrolle der Schiffsbewegungen, operative Kontrolle der Transportprozesse, operative Planung und Regelung der Arbeit, Verfrachtung ausländischer Schiffe, Entladung sowjetischer Schiffe, Kontrolle des technischen Zustands der Flotte, Berechnungen für Buchhaltung und Statistik, Analyse der Wirtschaftstätigkeit u. a.

Bekannt ist ebenso das System „Metall". Dieses System ist für die Planung und Steuerung der Versorgung mit Metallproduktion im Maßstab der gesamten Volkswirtschaft des Landes vorgesehen.

In der letzten Zeit konzentrieren sich auf der Grundlage der bereits gesammelten Erfahrungen die Bemühungen auf die Ausarbeitung typisierter automatisierter Steuerungssysteme. Entwickelt wurde ein Prinzip der Blockbauweise von automatisierten Steuerungssystemen. Damit wurde ein weiterer Schritt zur Entwicklung des Prinzips der Aggregatbildung getan, das in der UdSSR theoretisch begründet und umfassend praktisch angewendet wurde.

Gegenwärtig widmen die Wissenschaftler und Konstrukteure immer größere Aufmerksamkeit der Entwicklung von automatisierten Steuerungssystemen der Industriezweige. Derartige Systeme erfassen ganze Industriezweige. Die wissenschaftliche Problematik, die Projektierungs- und Konstruktionslösungen sind hier anders, sie unterscheiden sich von den automatisierten Steuerungssystemen der Betriebe. Die automatisierten Steuerungssysteme der Industriezweige werden von Anfang an auf dem Prinzip einer wissenschaftlichen Klassifikation und Typisierung der Systeme entwickelt. Entwickelt wurden allgemeine Prinzipien zur Organisation der Prozesse der Überprüfung, Analyse und Synthese der Systeme der Industriezweigsteuerung. Zur Entwicklung eines Komplexes ökonomisch-mathematischer Modelle zur Planung und Leitung sowie die informationellen und programmtechnischen Grundlagen. Für einige Gruppen von Industriezweigen mit diskretem Produktionscharakter, kontinuierlichem Produktionscharakter, für Industriezweige mit Einzelfertigung (Schwermaschinenbau) sowie für nichtproduktive Zweige wurde eine Methodik zur Entwicklung der automatisierten Steuerungssysteme ausgearbeitet.

Man kann sich leicht vorstellen, was für komplizierte Aufgaben dabei entstehen, wenn man die gewaltigen Abmessungen der Produktion im Land, die Kompliziertheit der Struktur der Wechselwirkung der Industriezweige unter sich und der Betriebe in den Zweigen sowie die Verzweigung der Systeme der Steuerung der Zweige beachtet.

Trotzdem können wir bereits gegenwärtig von erreichten positiven Ergebnissen sprechen, so unter anderem von den Erfahrungen bei der Inbetriebnahme des automatisierten Steuerungssystems für Industriezweige „ASU-Pribor".

3.3. *Effektivität der automatisierten Steuerungssysteme*

Die Bestimmung der ökonomischen Effektivität der automatisierten Steuerungssysteme ist gegenwärtig sehr wichtig und äußerst kompliziert. Die Bedeutung dieser Aufgabe wird bestimmt durch den gewaltigen Umfang, in dem in der UdSSR die automatisierten Steuerungssysteme entwickelt und eingeführt werden. Die Einführung der automatisierten Steuerungssysteme erfordert entsprechend dem Fünfjahrplan umfangreiche Kapitalaufwendungen — insgesamt mehr als 5 Milliarden Rubel. Natürlich erfordert ein derartiger Aufwand, die ökonomische Seite dieser Frage mit erhöhter Aufmerksamkeit zu beachten.

Allerdings ist die ökonomische Effektivität der automatisierten Steuerungssysteme nicht immer offensichtlich. So ist z. B. bekannt, daß die Begeisterung ausländischer Firmen für die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung bei der Steuerung in einer Reihe von Fällen zur bitteren Enttäuschung führte. So erwiesen sich bei 300 untersuchten Firmen der USA nur in 177 Firmen die Aufwendungen als gerechtfertigt. Aus diesen Gründen muß jede Anwendung der automatisierten Steuerungssysteme von einer sorgfältigen ökonomischen Begründung sowie einer Berechnung der ökonomischen Effektivität und der Rückflußdauer begleitet sein.

Die Kompliziertheit derartiger Berechnungen wird dadurch bedingt, daß die Einführung der automatisierten Steuerungssysteme unterschiedlich die technisch-ökonomischen Kenngrößen der Arbeit eines Betriebes beeinflußt, wobei sich darüber hinaus dieser Einfluß in einer Reihe von Fällen einer genauen Berechnung entzieht. Die Einführung der automatisierten Steuerungssysteme führt zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität, einer Erhöhung der Fondsabgabe, einer Erhöhung des Produktionsausstoßes, zu einer

Erniedrigung der Selbstkosten, einer Verringerung der Produktionszyklen sowie einer Erhöhung des rhythmischen Ablaufs der Produktion usw.

Für die quantitative Bestimmung der Effektivität der automatisierten Steuerungssysteme wurden einige typisierte und konkrete Methodiken entwickelt.

Auf der Grundlage einer Analyse der eingeführten automatisierten Steuerungssysteme in verschiedenen sowjetischen Betrieben kann man folgende vorläufige Schätzungen angeben: die automatisierten Steuerungssysteme führen zu einer Erhöhung der Produktivität der Betriebe im Mittel um 5 bis 10% sowie zu einer Senkung der Selbstkosten der Produktion von 4 bis 6%. Viele automatisierte Steuerungssysteme haben eine Rückflußdauer von 1,5 bis 2 Jahren.

Die Einführung von automatisierten Steuerungssystemen die in größem Umfang die Errungenschaften der Wissenschaft und Technik ausnutzen, schafft große Möglichkeiten zur weiteren Vervollkommnung der Steuerung und zur Erhöhung ihrer Effektivität. Die grundlegenden Aufgaben, die vor der Wissenschaft und Technik auf diesem Gebiet stehen, sind vielseitig und entscheidend. Ihre Lösung wurde einer großen Anzahl von Organisationen übertragen, wovon ein kurzer Überblick über die akademischen Einrichtungen, die auf dem angegebenen Gebiet arbeiten, berichten soll.

In Moskau arbeitet das Institut für Probleme der Leitung, das Institut für Probleme der Informationsübertragung, der wissenschaftliche Rat für Kybernetik der Akademie der Wissenschaften der UdSSR.

Institute für Kybernetik wurden in der Ukraine, in Belorußland, in Grusinien, Usbekistan und Estland errichtet.

Institute, die sich mit Problemen der automatischen Steuerung beschäftigen, bestehen im System der Akademien der Wissenschaften von Kirgisien, Litauen, Lettland, in den Abteilungen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Sibirien und im Fernen Osten.

Neben den akademischen Instituten beschäftigen sich auch mit Problemen der Leitung die industriezweiggebundenen wissenschaftlichen Forschungsinstitute im Donbass, Ural, Transkaukasien, Pribaltikum, Süden, Norden, Westen und Osten des Sowjetlandes, ebenso hunderte von Hochschulen, Universitäten, polytechnische und zweiggebundene Hochschulen.

4. Rolle des Menschen bei der Leitung

Beim gegenwärtigen Stand der Entwicklung der Leitungsprobleme ist die Rolle der Methoden der exakten Wissenschaften sprungförmig angestiegen. Mit ihrer Hilfe kann man die Aufgaben der Planung und Entscheidungsfindung im Leitungsprozeß wesentlich erleichtern. Der Mensch erhält große Hilfsmittel für die Verwirklichung der wissenschaftlichen Prognose und Analyse, zur Modellierung komplizierter Systeme und der in ihnen ablaufenden Prozesse, zur Ermittlung optimaler ökonomischer und effektiverer Entscheidungen und Methoden zu ihrer Realisierung. Er wird entlastet von umfangreichen und ermüdenden unschöpferischen Routinearbeiten bei der Erfassung und Verarbeitung von Informationen. Das gibt ihm die Möglichkeit, in größerem Maße seine Zeit für schöpferische Arbeit freizuhalten, dient der Entwicklung der Initiative der einzelnen Menschen wie auch der Arbeitskollektive. Es wird damit ermöglicht, den Menschen noch intensiver in die aktive Teilnahme am Leitungsprozeß in den verschiedenen Stufen einzubeziehen.

Aber die Methoden der exakten Wissenschaften können nicht für sich den Komplex von Leitungsproblemen lösen und den schöpferischen Menschen, den Erbauer der kommunistischen Gesellschaft, ersetzen. Die wichtigste und bestimmende Kraft bei der Leitung des Staates, der Gesellschaft, der Volkswirtschaft war und bleibt die Parteiführung, die sich auf die marxistisch-leninistische Lehre, auf die genaue Darstellung der politischen Ziele der sozialistischen Gesellschaft, auf die tiefe Kenntnis der objektiven Gesetzmäßigkeiten des Funktionierens und der Entwicklung der Gesellschaft, auf die reichen revolutionären Erfahrungen der staatlichen und wirtschaftlichen Leitung begründet.

Deshalb ist die Aufmerksamkeit der kommunistischen Partei gegenüber den Problemen der Steuerung gesetzmäßig. Diesen Problemen sind die Beschlüsse einer Reihe von Plenen und einer Reihe von Parteitagen der KPdSU gewidmet. Das Programm für die weitere Forschung gab der XXIV. Parteitag der KPdSU den Wissenschaftlern auf dem Gebiet der Leitung.
Wissenschaft und Technik in den Händen von Partei und Volk sind ein mächtiges Mittel zur schnellsten Realisierung des Programms der Vervollkommnung der Leitung auf einer wissenschaftlichen Grundlage zur Beschleunigung des Prozesses des kommunistischen Aufbaus.

msr 4529

M. GRAUER und G. LIEBE

Zur Nachbildung des statischen und dynamischen Betriebsverhaltens von Rektifikationskolonnen

IA 2.1.7

Einleitung[1])

Für die statische Optimierung des Betriebsverhaltens von Apparaten der chemischen Industrie ist die Kenntnis der statischen Kennlinien nötig, die bei komplizierten Systemen meistens nicht in geschlossener analytischer Form vorliegen, sondern nur numerisch ermittelt werden können. Für diese Berechnungen der Kennlinien einer Rektifikationskolonne zur Trennung eines Zweistoffgemisches wird im ersten Teil ein neues Verfahren aufgezeigt, das auf der Methode von *Anisimow* [1] aufbaut.

Im zweiten Teil wird versucht, durch die Betrachtung der Rektifikationskolonne als ein System mit verteilten Parametern eine Beschreibungsweise zu finden, die den Forde-

[1]) Mitteilung aus dem Bereich Systemtechnik an der Sektion Verfahrenstechnik der Technischen Hochschule „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg, basierend auf Forschungsarbeiten im Auftrag des VEK Leuna-Werke „Walter Ulbricht".

rungen der Prozeßautomatisierung genügt und geringen Rechenaufwand benötigt.

Verwendete Bezeichnungen

- D Kopfproduktmenge $[D] = \text{kmol/h}$
- V Dampfstrom in der Kolonne $[V] = \text{kmol/h}$
- L Flüssigkeitsstrom in der Kolonne $[L] = \text{kmol/h}$
- E Bodenwirkungsgrad nach *Murphree*
- K_v Stoffaustauschkoeffizient der Dampfphase, bezogen auf die gesamte freie Fläche des Bodens $[K_v] = \text{kmol/h}$
- β Stoffaustauschkoeffizient der Dampf- und Flüssigkeitsphase, bezogen auf die Einheit der freien Fläche des Bodens $[\beta] = \text{kmol/(m}^2 \cdot \text{h)}$
- m Anstieg der Gleichgewichtskurve
- b freie Fläche des Kolonnenbodens $[b] = m^2$
- W Sumpfproduktmenge $[W] = \text{kmol/h}$
- F Einlaufmenge $[F] = \text{kmol/h}$
- x, y Konzentrationen der leichterflüchtigen Komponente in der Flüssig- und in der Dampfphase $[y] = \text{kmol/kmol}$
- y^* Konzentration der leichterflüchtigen Komponente in der Dampfphase, die sich im Gleichgewicht befindet mit der Flüssigphase der Zusammensetzung x kmol/kmol $= [y^*]$
- i laufende Bodennummer
- n Gesamtbodenzahl der Kolonne
- f Einlaufboden
- U molarer Flüssigkeitsinhalt eines Bodens $[U] = \text{kmol}$
- G molarer Dampfinhalt eines Bodens $[G] = \text{kmol}$
- H Enthalpie der flüssigen oder Dampfphase $[H] = \text{kcal/kmol}$
- p Druck $[p] = \text{mm Ws}$
- K Stoffaustauschkoeffizient $[K] = \text{kmol/h} \cdot \text{m}$
- ϱ Dichte $[\varrho] = \text{kmol/m}$
- A Austauschfläche $[A] = \text{m}^2$
- s Ortskoordinate $[s] = \text{m}$
- t Zeit $[t] = \text{h}$
- Q Volumenstrom $[Q] = \text{m}^3\text{/h}$
- $\boldsymbol{Cp}$ Vektor der spezifischen Wärme $[\boldsymbol{Cp}] = \text{kcal/kmol grd}$
- $\boldsymbol{\pi}$ Vektor der Dampfdrücke der reinen Komponenten
- K_1 Proportionalitätsfaktor $[K_1] = m/h$
- K_2 Proportionalitätsfaktor $[K_2] = \text{m}^2\text{/h} \cdot \text{mm Ws}$
- $\boldsymbol{r}$ Vektor der molaren Verdampfungswärme $[\boldsymbol{r}] = \text{kcal/kmol}$

Indizes

- n bezogen auf n-ten Abschnitt
- L Flüssigkeit
- V Dampf

1. Statisches Modell – Mathematischer Apparat

Die mathematische Beschreibung des Rektifikationsprozesses beruht auf der Massenbilanz der leichterflüchtigen Kom-

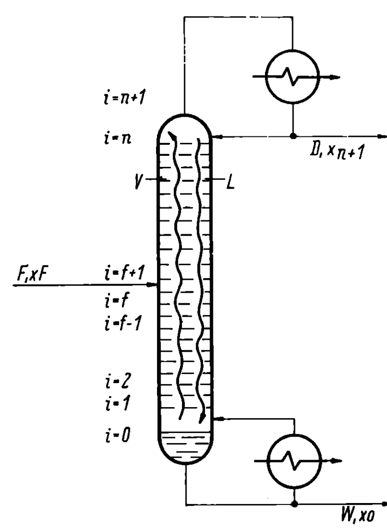


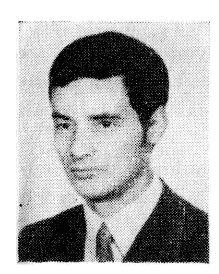
Bild 1. Funktionsschema einer Rektifikationskolonne

ponente unter Berücksichtigung des Stoffaustausches auf den einzelnen Böden. Es werden die Bezeichnungsweise und das Schema nach Bild 1 verwendet. Zur Ableitung des Modells werden folgende Voraussetzungen und Vereinfachungen gemacht:

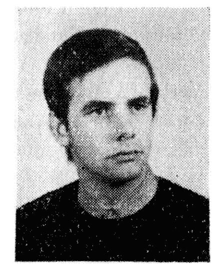
1. Das einlaufende Gemisch ist flüssig und hat Siedetemperatur.
2. Die Flüssigkeit in der Kolonne hat Siedetemperatur, und der Dampf ist gesättigt.
3. Das Kopfprodukt wird vollständig kondensiert.
4. Der Prozeß läuft unter adiabatischen Bedingungen ab.
5. Es findet äquimolarer Stoffaustausch statt.
6. Das Mitreißen von Flüssigkeit von einem zum nächsten Boden ist vernachlässigbar klein.
7. Der lokale Stoffaustauschkoeffizient ist auf dem gesamten Boden konstant.
8. Die Dampfmenge der Kolonne ist im Verhältnis zur Flüssigkeitsmenge vernachlässigbar klein.
9. Die gesamte Flüssigkeitsmenge eines Bodens befindet sich in der Stoffaustauschzone.
10. Der Druck entlang der Kolonne ist konstant und ändert sich im Übergangsprozeß nicht.
11. In der Dampfphase wird Pfropfenströmung und in der Flüssigkeitsphase ideale Vermischung angenommen.
12. Die Flüssigkeitsmenge auf den Böden ändert sich nicht im Übergangsprozeß.

1.1. Modell des Stoffaustausches

Die gemachten Voraussetzungen und Vereinfachungen gestatten die Modellvorstellung, daß der Stoffaustausch auf den einzelnen Böden bei Bewegung des Dampfes durch eine Flüssigkeitsschicht konstanter Konzentration stattfindet. Der Dampfstrom V (laut Vereinbarung $V_i = V_{i-1}$) bewegt sich durch die Flüssigkeitsschicht auf dem Boden mit dem Index i in der Zeit Δt. In dieser Zeit findet der Stoffaus-



M. Grauer (27), Dipl.-Ing., studierte von 1965 bis 1970 an der Fakultät für „Technische Kybernetik und Automatisierung der Chemieindustrie" der Moskauer Hochschule für Chemiemaschinenbau (MICHM) Automatisierungstechnik. Er arbeitet heute als wissenschaftlicher Assistent an der Sektion Verfahrenstechnik im Bereich Automatisierung der Technischen Hochschule für Chemie „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg.



G. Liebe (25), Dipl.-Ing., studierte von 1966 bis 1971 an der Sektion Verfahrenstechnik der Technischen Hochschule für Chemie „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg. Er arbeitet heute als wissenschaftlicher Assistent an der Sektion Verfahrenstechnik im Bereich Automatisierung der TH Leuna-Merseburg.

tausch statt, und die Konzentration der leichterflüchtigen Komponente in der Dampfphase ändert sich von y_{i-1} auf y_i. Dieser Prozeß wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$V\,dy = K_v\, b_i\, (y_i^* - y)\, dt .$$

K_v Einheitsstoffaustauschkoeffizient

Die Lösung dieser Differentialgleichung unter Berücksichtigung von $K_{vi} = K_v\, b_i\, \Delta t$ ergibt

$$y_i = y_{i-1} \exp\left(-K_{vi}/V\right) + y_i^* \left[1 - \exp\left(-K_{vi}/v\right)\right], \tag{1}$$

oder

$$E_i = \frac{y_i - y_{i-1}}{y_i^* - y_{i-1}} = 1 - \exp\left(-K_{vi}/V\right).$$

Der Stoffaustauschkoeffizient, bestimmt durch die Konstruktion der Böden, die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Gemisches und die Prozeßparameter, gestattet bei der Berechnung des statischen Verhaltens, die Gesamtheit dieser Faktoren zu berücksichtigen.

Auf Grund der Zweifilmtheorie ergibt sich K_{vi} zu

$$K_{vi} = b\,\frac{1}{\dfrac{1}{\beta_{Vi}} + m_i\,\dfrac{1}{\beta_{Li}}}, \tag{2}$$

mit

$$x_i = \left(\frac{dy^*}{dx}\right)_{x=x_i} \tag{3}$$

und

$$\beta_{Vi} = \beta_V(y_i\, x_i\, V, L_i), \tag{4}$$

$$\beta_{Li} = \beta_L(y_i, x_i\, V, L_i). \tag{5}$$

β_{Vi}, β_{Li} experimentell gewonnene Abhängigkeiten der Gemischeigenschaften und Prozeßgrößen

Das Modell des Stoffaustausches [Gln. (1) bis (5)] ist folglich nichtlinear.

1.2. *Mathematisches Modell des Rektifikationsprozesses*

Unter Berücksichtigung der Bedingungen am Sumpf und am Kopf ergibt sich folgende Bilanz der leichterflüchtigen Komponente:

$$y_0 = x_0; \tag{6}$$

$$x_i = \frac{1}{L_i}(V\,y_{i-1} + W\,x_0) \quad i = 1, 2, \ldots, (f-1), \tag{7}$$

$$L_i = V + W \tag{8}$$

$$x_i = \frac{1}{L_i}(V\,y_{i-1} - F\,x_F + x_0 \quad i = f, (f+1), \ldots, n, \tag{9}$$

$$L_i = V + W - F \tag{10}$$

$$W = F - D, \tag{11}$$

$$y_n = \frac{1}{D}(F\,x_F - W\,x_0). \tag{12}$$

Die Bilanzkreise werden um den entsprechenden Boden und den schon berechneten unteren Teil der Kolonne als Ganzes gezogen.

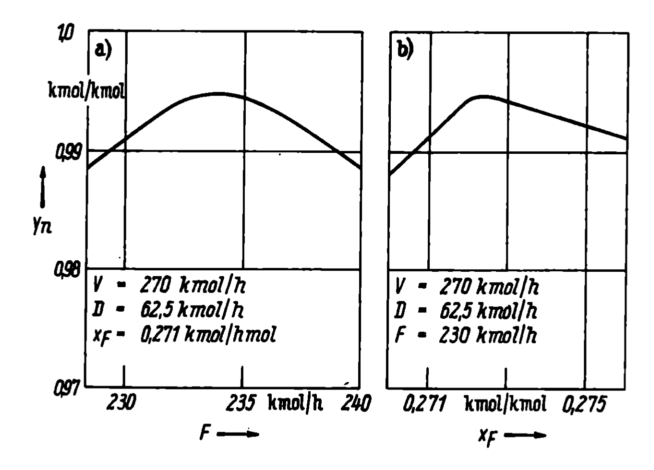
Das zu trennende Gemisch bestimmt den Verlauf von

$$y_i^* = y^*(x_i). \tag{13}$$

Die Einlaufbedingungen sind als

$$f = \text{const oder } f = i \text{ bei } x_i \leqq x_F < x_{i+1} \tag{14}$$

gegeben.



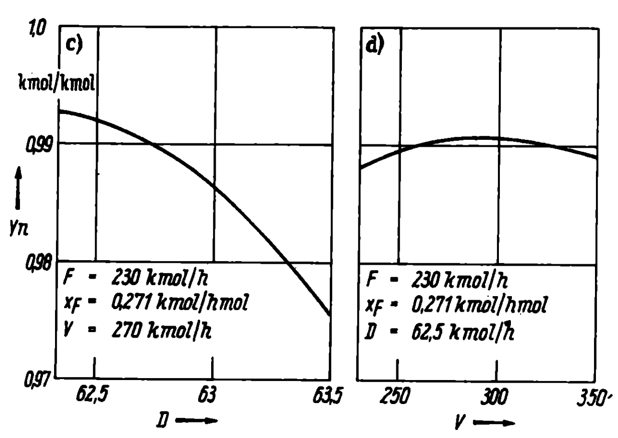


Bild 2. Abhängigkeit der Konzentration (y_n) des Kopfproduktes der Kolonne von a) der Einlaufmenge, b) der Einlaufzusammensetzung (x_F), c) der Destillatmenge (D), d) dem Dampfstrom (v)

Die Gln. (1) bis (14) stellen eine Relation zwischen den Konzentrationen x_i und y_i entlang der Kolonne und den Prozeßgrößen F, x_F, V und D bei Berücksichtigung der Kinetik des Stoffaustausches her. Diese Relation besteht aus 14 Gleichungen mit 18 Größen. Das System wird also bei Vorgabe von 4 unabhängigen Veränderlichen vollständig bestimmbar.

Die Analyse des Prozesses fordert als unabhängige Variable, die Störgrößen F, x_F, die Stellgröße V und die Regelgröße D zu wählen.

Auf Grund dieser Modellvorstellung kann man im stationären Betriebsfall die Rektifikationskolonne als nichtlineares Objekt mit vier Eingangsgrößen betrachten.

1.3. *Berechnung der statischen Kennlinien*

Zur Berechnung eines stationären Betriebszustandes der Kolonne wurde ein Näherungsverfahren verwendet, das die Kopfkonzentrationen $x_{n+1} = y_n$ bestimmt nach Gl. (12) und mit den Gln. (1) bis (11) (13) und (14) mit einer vorgegebenen Genauigkeit zur Deckung gebracht wird. Dabei wird x_{n+1} als Funktion von x_0 aufgefaßt.

Eine sehr gute Konvergenz zeigte ein Verfahren, bei dem das Intervall, in dem sich die gesuchte Lösung befindet, jeweils halbiert wird. Als rechte Grenze wird x_F und als linke o angenommen und die erste Näherung von x_{n+1} mit der Sumpfkonzentration $x_0 = 1/2\, x_F$ berechnet. In Abhängigkeit von ε und der Näherungsdifferenz wird das neue Intervall ausgewählt.

Als Beispiel kann die Berechnung der Kennlinien der Trennung eines Methanol/Wasser-Gemisches angeführt werden (Bild 2 a—d). Diesem Programmtest lagen folgende Zahlenwerte zugrunde:

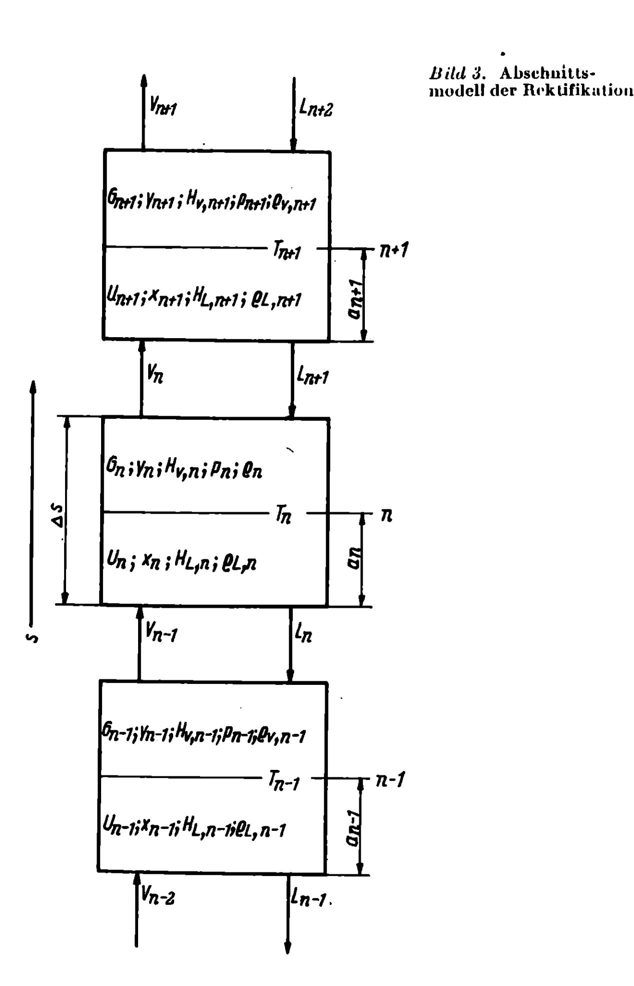


Bild 3. Abschnittsmodell der Rektifikation

$q = 0$	$n = 18$	$c\,1 = 47{,}6$
$r = 1{,}6$	$f = 9$	$c\,2 = 380{,}5$
$s = 0$	$p = 0{,}391$	$\varepsilon = 0{,}001$
$t = 0$	$b = 1{,}06$	

$q, r, s, t, c1, c2$ Koeffizienten der Gln. (4) und (5) zur Bestimmung der Stoffaustauschkoeffizienten, p Exponent aus Gl. (13), ε Näherungsgenauigkeit

Das Ergebnis dieser Berechnungen zeigt Bild 2 a—d, wo die Trennfähigkeit der Kolonne als Funktion der vier Eingangsgrößen dargestellt ist.

2. Dynamisches Modell

Bei der dynamischen Modellierung von Rektifikationskolonnen wird von der Bilanz um einen allgemeinen Boden n ausgegangen. Für jeden Boden erhält man ein System von drei einfachen Differentialgleichungen; der Stoffbilanz

$$\frac{d}{dt}(U_n + G_n) = V_{n-1} - V_n + L_{n+1} - L_n + F_n\,, \quad (15)$$

der Bilanz für die leichtersiedende Komponente

$$\frac{d}{dt}(U_n x_n + G_n y_n) = V_{n-1} y_{n-1} - V_n y_n + L_{n+1} x_{n+1} - L_n x_n + F_n x_{F,n}\,, \quad (16)$$

der Energiebilanz

$$\frac{d}{dt}(U_n H_{L,n} + G_n H_{V,n} + V_n^* p_n) = V_{n-1} H_{V,n-1} - V_n H_{V,n} + L_{n+1} H_{L,n+1} - L_n H_{L,n} + F_n H_{F,n} \quad (17)$$

und einer Reihe algebraischer Beziehungen [2] und [3]. Bei einer großen Bodenzahl nimmt das mathematische Modell des Betriebsverhaltens einen Umfang an, der rechnerisch nur schwer zu bewältigen ist. Deshalb wird ein dynamisches Modell vorgeschlagen, das durch die Verwendung partieller Differentialgleichungen die Zahl der Beziehungen, die zur Beschreibung des Verhaltens der Kolonne nötig ist, wesentlich einschränkt. Die Kolonne wird als System mit verteilten Parametern betrachtet. Bei einer großen Bodenzahl werden die diskreten Zustände der Böden, wie Konzentrationen, Enthalpien, hold up usw., durch stetige Funktionen angenähert. Es wird eine kontinuierliche Trennung der Gemische entlang der Höhe angenommen. Weiterhin wurden die Annahmen 5., 6., 8., 9., 11. des Abschn. 1 aufrechterhalten [4].

Bei den folgenden Ableitungen werden die Stoffströme, die in die Kolonne eintreten und die die Kolonne verlassen, nicht berücksichtigt. Diese Stoffströme müssen bei der Formulierung der Randbedingungen berücksichtigt werden. Für die Geschwindigkeit des Stoffaustausches je Längen- und Zeiteinheit ergibt sich nach [5] für die flüssige Phase

$$\frac{dX}{dt} = -w(x, y) = -K(y^* - y) \quad (18)$$

und für die dampfförmige Phase

$$\frac{dY}{dt} = w(x, y) = K(y^* - y)\,, \quad (19)$$

mit

$$X = A \cdot \varrho_L \cdot x \quad (20)$$

und

$$Y = A\,\varrho_V \cdot y\,. \quad (21)$$

Werden X und Y nach der Zeit abgeleitet, so ergeben sich unter Berücksichtigung der gleichzeitigen Abhängigkeiten von der Ortskoordinate s folgende Beziehungen:

$$\frac{dX}{dt} = A\left(\varrho_L \frac{\partial x}{\partial t} + x\frac{\partial \varrho_L}{\partial t}\right) + A\left(\varrho_L \frac{\partial x}{\partial s}\frac{ds}{dt} + x\frac{\partial \varrho_L}{\partial s}\frac{ds}{dt}\right) \quad (22)$$

$$\frac{dY}{dt} = A\left(\varrho_V \frac{\partial y}{\partial t} + y\frac{\partial \varrho_V}{\partial t}\right) + A\left(\varrho_V \frac{\partial y}{\partial s}\frac{ds}{dt} + y\frac{\partial \varrho_V}{\partial s}\frac{ds}{dt}\right). \quad (23)$$

Durch Gleichsetzen von den Gln. (18) und (22) sowie (19) und (23) erhält man

$$A\left(\varrho_L \frac{\partial x}{\partial t} + x\frac{\partial \varrho_L}{\partial t}\right) + A\frac{ds}{dt}\left(\varrho_L \frac{\partial x}{\partial s} + x\frac{\partial \varrho_L}{\partial s}\right) = -K(y^* - y) \quad (24)$$

und

$$A\left(\varrho_V \frac{\partial y}{\partial t} + y\frac{\partial \varrho_V}{\partial t}\right) + A\frac{ds}{dt}\left(\varrho_V \frac{\partial y}{\partial s} + y\frac{\partial \varrho_V}{\partial s}\right) = K(y^* - y)\,. \quad (25)$$

In allgemeiner Schreibweise lauten die partiellen Differentialgleichungen des Stoffaustausches dann

$$A\frac{\partial(\varrho_L x)}{\partial t} = Q_L \frac{\partial(\varrho_L x)}{\partial s} - K(y^* - y) \quad (26)$$

und

$$A\frac{\partial(\varrho_V y)}{\partial t} = Q_V \frac{\partial(\varrho_V y)}{\partial s} + K(y^* - y)\,. \quad (27)$$

Für die Ableitung der Gesamtbilanz wurde die Größe α eingeführt, die angibt, zu welchem Teil ein betrachteter Abschnitt n der Kolonne mit dem Flüssigkeitshold up gefüllt ist (Bild 3). Unter Verwendung von α läßt sich die mittlere Dichte ϱ' formulieren

$$\varrho' = \alpha \cdot \varrho_L + (1 - \alpha)\,\varrho_V\,. \quad (28)$$

Für die im Abschnitt n gespeicherte Flüssigkeits- und Dampfmenge läßt sich dann schreiben

$$U_n + G_n = A \, \Delta s \, \varrho' \, . \tag{29}$$

Weiterhin soll die Strömungsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstromes L, der den Abschnitt n verläßt, proportional der gespeicherten Flüssigkeitsmenge sein

$$L_n = A \, \varrho_{L,n} \, v_n \, , \tag{30}$$

mit

$$v_n \sim \alpha_n \, \Delta s \, . \tag{31}$$

Die Bilanz der Flüssigkeitsströme um den Abschnitt n lautet dann

$$L_n - L_{n+1} = K_1 \, A \, (\varrho_{L,n} \, \alpha_n - \varrho_{L,n+1} \, \alpha_{n+1}) \, . \tag{32}$$

Nach Ersetzen der Differenz durch den Differentialquotient erhält man

$$L_n - L_{n+1} = K_1 \, A \, \frac{\partial (\varrho_L \, \alpha)}{\partial s} \, . \tag{33}$$

Die Strömungsgeschwindigkeit des Dampfstromes, der zum Abschnitt n aufsteigt, soll der Druckdifferenz des Dampfes zwischen dem (n-1)ten und n-ten Abschnitt proportional sein:

$$V_{n-1} = A \, \varrho_{v,n-1} \, v_{n-1} \, , \tag{34}$$

mit

$$v_n \sim (p_{n-1} - p_n) = - \left. \frac{\partial p}{\partial s} \right|_{n-1} \Delta s \, . \tag{35}$$

Die Bilanz der Dampfströme um den Abschnitt n lautet dann

$$V_{n-1} - V_n = \\ = A \, K_2 \left(\varrho_{v,n-1} \left. \frac{\partial p}{\partial s} \right|_{n-1} - \varrho_v \, n \left. \frac{\partial p}{\partial s} \right|_n \right) \tag{36}$$

oder

$$V_{n-1} - V_n = A \, K_2 \, \frac{\partial}{\partial s} \left(\varrho_v \, \frac{\partial p}{\partial s} \right) \Delta s \, . \tag{37}$$

Durch Einsetzen der Gln. (29) (33) und (37) in Gl. (15) erhält man, bei Vernachlässigung von F_n,

$$\frac{\partial \varrho'}{\partial t} = K_1 \left(\varrho_L \frac{\partial \alpha}{\partial s} + \alpha \frac{\partial \varrho_L}{\partial s} \right) + K_2 \left(\frac{\partial \varrho_v}{\partial s} \cdot \frac{\partial p}{\partial s} + \varrho_v \frac{\partial^2 p}{\partial s^2} \right) . \tag{38}$$

Die Gln. (28) und (38) stellen die Gesamtmassenbilanz der Kolonne dar und sind der Gl. (45) äquivalent.

Zur Ableitung der Energiebilanz wird von der Gl. (17) ausgegangen. Der Ausdruck $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t} (V_n^* \, p_n)$ wird vernachlässigt, und für den Ausdruck in der linken Klammer wird

$$U_n \, H_{L,n} + G_n \, H_{v,n} = A \, \Delta s \, \varrho' \, H' \tag{39}$$

geschrieben, wobei H' die Enthalpie des Flüssigkeits/Dampf-Gemisches ist.

Für die rechte Seite läßt sich, wiederum ohne Berücksichtigung des Einlaufs, schreiben:

$$V_{n-1} \, H_{V,n-1} - V_n \, H_{V,n} + L_{n+1} \, H_{L,n+1} - \\ - L_n \cdot H_{L,n} = - \frac{\partial (V \cdot H_v)}{\partial s} \Delta s + \frac{\partial (L \cdot H_L)}{\partial s} \Delta s \tag{40}$$

mit

$$H_L = \boldsymbol{x} \, \boldsymbol{Cp} \, T \tag{41}$$

und

$$H_V = \boldsymbol{y} \, \boldsymbol{Cp} \, T + \boldsymbol{r} \, . \tag{42}$$

Aus den Gln. (17) (39) und (40) ergibt sich dann

$$A \frac{\partial}{\partial t} (\varrho' \, H') = \frac{\partial}{\partial s} (L \, \boldsymbol{x} \, \boldsymbol{Cp} \, T) - \frac{\partial}{\partial s} (V \, \boldsymbol{y} \, \boldsymbol{Cp} \, T + \boldsymbol{r}) \, . \tag{43}$$

Da es sich um ein Zweiphasengemisch handelt, wird auch hier noch eine zusätzliche Beziehung benötigt:

$$\varrho' \, H' = \alpha \, \varrho_L \, \boldsymbol{x} \, \boldsymbol{Cp} \, T + (1 - \alpha) \, \varrho_v \, v \, \boldsymbol{y} \, \boldsymbol{Cp} \, T + \boldsymbol{r} \, . \tag{44}$$

Neben diesen Beziehungen [Gln. (22) (23) (28) (38) (43) und (44)] sind noch eine Reihe algebraischer Beziehungen nötig, um das Verhalten der Kolonne zu beschreiben:

$$L = L(\alpha) \, , \tag{45}$$

$$V = V(p) \, , \tag{46}$$

$$p = p(\boldsymbol{\pi}, \boldsymbol{x}, T) \, , \tag{47}$$

$$\varrho_L = \varrho_L(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{\varrho}) \, , \tag{48}$$

$$\varrho_V = \varrho_V(\boldsymbol{y}, \boldsymbol{\varrho} \; T, p) \, ; \tag{49}$$

$$Q_L = Q_L(L, \boldsymbol{\varrho}_L) \, , \tag{50}$$

$$Q_V = Q_V(V, \boldsymbol{\varrho}_v) \, , \tag{51}$$

$$y^* = y^*(x) \, . \tag{52}$$

Das in dieser Arbeit vorgeschlagene mathematische Modell der Rektifikationskolonne gestattet es, das dynamische Verhalten der Kolonne mit wesentlich weniger Gleichungen zu beschreiben, als das nach der Methode der Bilanzen um jeden einzelnen Boden möglich wäre. Die Lösung der partiellen Differentialgleichungen kann durch Anwendung der relativ weit aufgearbeiteten Verfahren zur Dimensionierung von Regelkreisen mit verteilten Parametern [7] erfolgen.

Zusammenfassung

Nach dem im ersten Teil beschriebenen Verfahren dauerte die Berechnung auf einem Digitalrechner vom Typ CDC-3300 eines stationären Betriebszustandes mit einer Genauigkeit von $\varepsilon = 0{,}001$ 1,5 s. Es wurden 5 bis 11 Zyklen zur Näherungslösung unter den oben aufgeführten Bedingungen benötigt.

Die Betrachtungsweise der Rektifikationskolonne als System mit verteilten Parametern dürfte ihre Vorteile besonders bei der Beschreibung der Trennung von Gemischen mit flachen Gleichgewichtskurven, d. h. bei der Verwendung von Kolonnen mit großen Bodenzahlen, beweisen.

Literatur

[1] *Anisimow, J. V.:* Osnovi avtomatičeskovo upravlenija technologičeskimi processami neftechimičeskoi i neftepererabativajučei promischlenosti (Grundlagen der automatischen Steuerung von technologischen Prozessen der Petrolchemie und der erdölverarbeitenden Industrie). Leningrad: Izdatel'stvo „Chimija" 1967.

[2] *Döschner, C.:* Prozeßanalytische Untersuchungen an einer Rektifikationskolonne. msr 9 (1966) H. 5 S. 166–170.

[3] *Zavorka, J.:* Allgemeine analytische Bestimmung der dynamischen Eigenschaften von Rektifikationseinheiten. msr 5 (1962) H. 6, S. 267–273.

[4] *Schwarz, F.:* Übertragungsverhalten einer Destillationskolonne. Diplomarbeit 1971 an der Technischen Hochschule „Carl Schorlemmer" Leuna-Merseburg

[5] *Rosenbrock, H. H.; Storey, C.:* Computational Techniques for Chemical Engineers. Oxford: Pergamon Press 1966.

[6] Unveröffentlichter Forschungsbericht zum Thema: Zur Berechnung des stationären Betriebsverhaltens einer Rektifikationskolonne bei Schwankungen der Eingangsgröße. TH Leuna-Merseburg 1971.

[7] *Weiß, W.:* Untersuchung der Regelung eines Systems mit verteilten Parametern im Zeitbereich. msr 15 (1972) H. 4, S. 154–158.

msr 4032

J. WERNSTEDT

Zur Parameterschätzung statischer Systeme mittels rekursiver Verfahren

IA 2.6.2

Einleitung[1])

Mit der automatischen Steuerung komplizierterer Prozesse hat in den letzten Jahren die Gruppe der rekursiven Parameterschätzverfahren eine große Bedeutung erlangt. Ihre Vorteile liegen besonders bei der Berücksichtigung der Aspekte eines Prozeßrechnereinsatzes [1]. Gegenüber den direkten (off-line) Verfahren werden alle die Verfahren zu den rekursiven (on-line) gezählt, die rekursiv aufgebaut sind und zur Berechnung eines neuen Parametervektors nicht die alten Datengruppen des Ein- und Ausgangs des Systems benötigen. Die Schätzung erfolgt außerdem durch eine Bewertung der Differenz zwischen Modell- und Systemausgang. Werden die Parameter eines zeitvarianten Systems im realen Zeitmaßstab geschätzt, so wird von der Echtzeitparameterschätzung (real-time-estimation) gesprochen. Da die Gewinnung von a priori-Informationen oft schwierig ist, sollen nur rekursive Verfahren in dieser Arbeit behandelt werden, die auf die Minimierung eines mittleren quadratischen Fehlers über eine Anzahl von Datengruppen (least squares estimation) oder auf die Minimierung des Fehlers einer Datengruppe (Gradientenverfahren) beruhen.

Ziel dieser Arbeit ist ein Vergleich einiger Verfahren bezüglich des Konvergenzverhaltens, der Rechenzeit und des benötigten Speicherplatzes.

1. Ableitung der Verfahren

1.1. Allgemeiner Ansatz

Es wird davon ausgegangen, daß die Struktur von Modell und System gleich ist. Das System wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\boldsymbol{y} = f(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{a}) + \boldsymbol{z} \,. \tag{1}$$

$\boldsymbol{y}$ Vektor der Ausgangsgröße, $\boldsymbol{X}$ Matrix der Eingangsgrößen, $\boldsymbol{a}$ Parametervektor, $\boldsymbol{z}$ Störvektor

Das Parameterschätzproblem besteht in der Bestimmung eines Modellparametervektors $\hat{\boldsymbol{a}}$ in der Form, daß $\hat{\boldsymbol{y}} = f(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{a})$ nach einem vorher festgelegtem Gütemaß Q die beste Näherung an $\boldsymbol{y} = f(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{a}) + \boldsymbol{z}$ ergibt.

Die Voraussetzungen an die Signale für eine erwartungstreue Schätzung werden als gegeben angenommen. Außerdem werden alle Signale mit Hilfe der Beziehung

$$x_N = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma x} \tag{2}$$

normiert, um den Einfluß der absoluten Größe der Eingangssignale auf die Konvergenz der Schätzung zu beseitigen. Der allgemeine Ansatz der rekursiven Parameterschätzverfahren lautet:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{a}}_k - \boldsymbol{\Gamma}(k+1) \nabla Q(\boldsymbol{x}_{k+1}, \hat{\boldsymbol{a}}_k) \,. \tag{3}$$

Diese Beziehung bedeutet, daß der neue Parametervektor $\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1}$ sich aus dem alten Parametervektor $\hat{\boldsymbol{a}}_k$ und einem Korrekturfaktor, bestehend aus der Schrittweite $\boldsymbol{\Gamma}(k+1)$ sowie dem Gradienten der Gütefunktion $Q(\boldsymbol{x}_{k+1}, \hat{\boldsymbol{a}}_k)$, berechnet. Die Verfahren unterscheiden sich bei Verwendung des quadratischen Fehlers als Gütefunktion nur durch die Festlegung der Schrittweite $\boldsymbol{\Gamma}(k+1)$.

1.2. Gradientenverfahren

1.2.1. Bestimmung des Gradienten der Gütefunktion Q

Für die Gütefunktion

$$Q(\boldsymbol{x}_{k+1}, \hat{\boldsymbol{a}}_k) = \frac{1}{2} \|e(\hat{\boldsymbol{a}}_k)\|^2$$

mit

$$e(\hat{\boldsymbol{a}}_k) = (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T \hat{\boldsymbol{a}}_k)$$

folgt als Gradient der Gütefunktion:

$$\nabla Q(\boldsymbol{x}_{k+1}, \hat{\boldsymbol{a}}_k) = - \boldsymbol{x}_{k+1} (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T \hat{\boldsymbol{a}}_k) \,. \tag{4}$$

Damit erhält man die allgemeine Schätzprozedur mit

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{a}}_k + \gamma(k+1) \boldsymbol{x}_{k+1} (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T \hat{\boldsymbol{a}}_k) \,. \tag{5}$$

Setzt man eine p-kanonische Struktur des Systems voraus, so kann der Algorithmus auf q-Ausgänge erweitert werden.

Er lautet dann:

$$\hat{\boldsymbol{A}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{A}}_k + \gamma(k+1) \boldsymbol{x}_{k+1} (\boldsymbol{y}_{k+1}^T - \boldsymbol{x}_{k+1}^T \hat{\boldsymbol{A}}_k) \,, \tag{6}$$

wobei $\hat{\boldsymbol{A}}$ eine $n \times q$ Matrix, $\boldsymbol{y}$ ein $q \times 1$ Vektor und $\boldsymbol{\gamma}$ eine $n \times n$ Matrix ist.

1.2.2. Relaxation

Zur Lösung von Gleichungen mit symmetrischen Matrizen wurden Methoden der Relaxation entwickelt [2] und [3]. Für die Verwendung von quadratischen Gütefunktionen gilt für die Konvergenz folgende Bedingung für die Schrittweite $\gamma(k+1)$:

$$0 < \gamma(k+1) < h/\lambda \,, \tag{7}$$

wobei λ größter Eigenwert der Matrix $\boldsymbol{X} = \boldsymbol{x}_{k+1} \boldsymbol{x}_{k+1}^T$ und h eine Konstante ist.

[1]) Mitteilung aus der Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik der Technischen Hochschule Ilmenau.



J. Wernstedt (33), Dr.-Ing., 1958 bis 1963 Studium an der Fakultät für Schwachstromtechnik der TH Ilmenau, Fachrichtung Regelungstechnik; 1969 Promotion auf dem Gebiet der Modellbildung; 1972 Berufung zum Dozenten an der Sektion Technische und Biomedizinische Kybernetik der TH Ilmenau.

Das Verfahren konvergiert, wenn für die Konstante h $0 < h < 2$ gilt. Führt man für den größten Eigenwert die Abschätzung

$$\lambda \leqq \|\boldsymbol{x}_{k+1}\, \boldsymbol{x}_{k+1}^T\| \leqq \|\boldsymbol{x}_{k+1}\|^2 \tag{8}$$

ein, so lautet der Algorithmus der Relaxation:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{a}}_k + \frac{h}{\|\boldsymbol{x}_{k+1}\|^2}\, \boldsymbol{x}_{k+1}\, (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \hat{\boldsymbol{a}}_k)\,. \tag{9}$$

1.2.3. Stochastische Approximation

Theoretische Untersuchungen in [4] und [5] haben gezeigt, daß der Algorithmus der stochastischen Approximation mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 konvergiert, wenn für die Schrittweite gilt:

$$\gamma(k) > 0\,; \quad \sum_{k=1}^{\infty} \gamma(k) = \infty\,; \quad \sum_{k=1}^{\infty} \gamma^2(k) < \infty\,. \tag{10}$$

Für die Schrittweite $\gamma(k)$ wird im allgemeinen folgender Ansatz verwendet:

$$\gamma(k) = \frac{1}{A + B\, K^{1-r}}\,. \tag{11}$$

$A \geqq 0$; $B > 0$; $0 \leqq r \leqq 1/2$; k Anzahl der Datengruppen

Einfach zu realisierende Schrittweiten sind:

$$\gamma(k) = \frac{1}{k}\,; \quad \gamma(k) = \frac{N}{N+k}\,; \quad N > 1\,. \tag{12}$$

Weitere Arten von Schrittweiten sind in [4] und [5] angegeben. Mit einer Verbesserung der Schätzung durch eine komplizierte Schrittweitengestaltung erhöht sich der Rechenaufwand.

Für den Algorithmus der stochastischen Approximation gilt mit $\gamma(k) = \dfrac{1}{k}$:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{a}}_k + \frac{1}{k+1}\, \boldsymbol{x}_{k+1}\, (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \hat{\boldsymbol{a}}_k)\,. \tag{13}$$

1.3. Rekursive Regression

Ausgangspunkt für die rekursive Gestaltung der Regression bildet der normale Algorithmus für n Eingänge und einen Ausgang:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_k = [\boldsymbol{X}_k^T\, \boldsymbol{X}_k]^{-1}\, \boldsymbol{x}_k^T\, \boldsymbol{y}_k\,. \tag{14}$$

Nimmt man an, daß eine weitere Datengruppe zur Verbesserung der Parameterschätzung zur Verfügung steht, so gilt:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \left[[\boldsymbol{X}_k^T \,|\, \boldsymbol{x}_{k+1}] \begin{bmatrix} \boldsymbol{X}_k \\ \hline \boldsymbol{x}_{k+1}^T \end{bmatrix} \right]^{-1} \cdot [\boldsymbol{X}_k^T \,|\, \boldsymbol{x}_{k+1}] \begin{bmatrix} \boldsymbol{y}_k \\ \hline \boldsymbol{y}_{k+1} \end{bmatrix}. \tag{15}$$

Die Auflösung der Gl. (15) führt zur rekursiven Form der Regression [1] und [6]. Die Bestimmungsgleichung des Algorithmus lautet:

$$\hat{\boldsymbol{a}}_{k+1} = \hat{\boldsymbol{a}}_k + \boldsymbol{P}_k\, \boldsymbol{x}_{k+1}\, (\boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \boldsymbol{P}_k\, \boldsymbol{x}_{k+1} + 1)^{-1} \times (y_{k+1} - \boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \hat{\boldsymbol{a}}_k)\,. \tag{16}$$

Die Matrix $\boldsymbol{P}_{k+1}$ wird rekursiv bestimmt aus:

$$\boldsymbol{P}_{k+1} = \boldsymbol{P}_k - \boldsymbol{P}_k\, \boldsymbol{x}_{k+1}\, (\boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \boldsymbol{P}_k\, \boldsymbol{x}_{k+1} + 1)^{-1}\, \boldsymbol{x}_{k+1}^T\, \boldsymbol{P}_k\,. \tag{17}$$

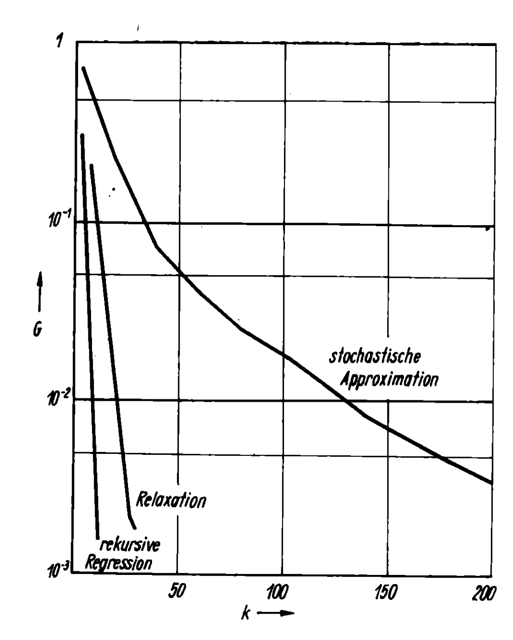


Bild 1. Konvergenz der Schätzverfahren bei ungestörtem System

$\boldsymbol{a}^T = [1, 2, -3, -10, 20]$; $\hat{\boldsymbol{a}}_0 = \boldsymbol{O}$; $\boldsymbol{P}_0 = 10^{16}\, \boldsymbol{I}$; $h = 1$

$$G = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (a_i - \hat{a}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n} (a_i - \hat{a}_{i_0})^2}}$$

Tafel. Zusammenstellung wichtiger Kennziffern rekursiver Schätzverfahren (n — Anzahl der Parameter des Systems)

Verfahren	Konvergenz ungestört	Konvergenz gestört (> 10%)	Bezogene Rechenzeit	Bezogener Speicherplatz	Parameternachführung
Relaxation	$(5 \cdots 10)n$	—	1	1	nur bei ungestörten Systemen möglich
Stochastische Approximation	$50\, n$	$100\, n$	1	1	—
Rekursive Regression	n	$100\, n$	5	2	möglich

Über die Wahl der Startparameter P_0 und a_0 und über das Verhalten des Verfahrens wurde ausführlich in [1] berichtet.

2. Verhalten der rekursiven Verfahren

Zum Vergleich der abgeleiteten Verfahren wurden Untersuchungen an ungestörten und gestörten Systemen vorgenommen. Die in der Tafel angegebenen Kennziffern bezüglich Rechenzeit und Speicherplatz beziehen sich auf die Benutzung des Rechners ODRA 1204.

Im Bild 1 ist für ein ungestörtes System der Verlauf des Modellfehlers G in Abhängigkeit der verarbeiteten Datengruppen k aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß die Methode der rekursiven Regression die beste Konvergenz hat. Eine gute Parameterschätzung bei wesentlich geringerer Rechenzeit und kleinerem Speicherplatzbedarf (Tafel) ist auch mit der Relaxation möglich. Die stochastische Approximation ist für die Parameterschätzung ungestörter und gering gestörter Systeme ungeeignet.

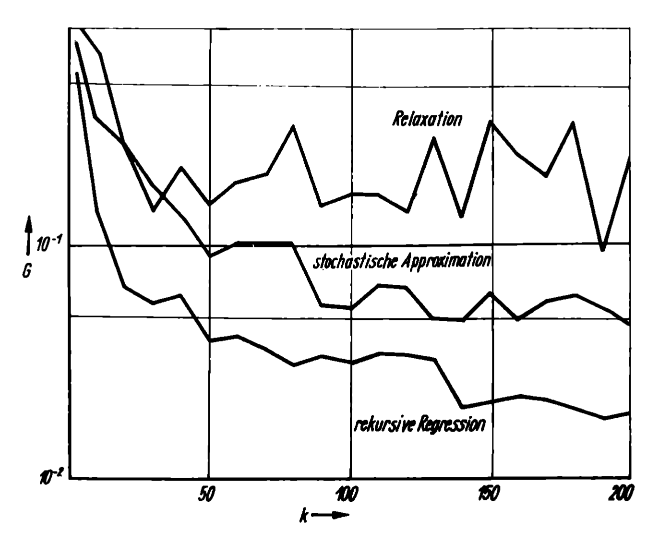


Bild 2. Konvergenz der Schätzverfahren bei gestörtem System

$a^T = [1, 2, -3, -10, 20]$; $\hat{a}_0 = O$; $P_0 = 10^{15}\, I$; $h = 1$; 50% Störung

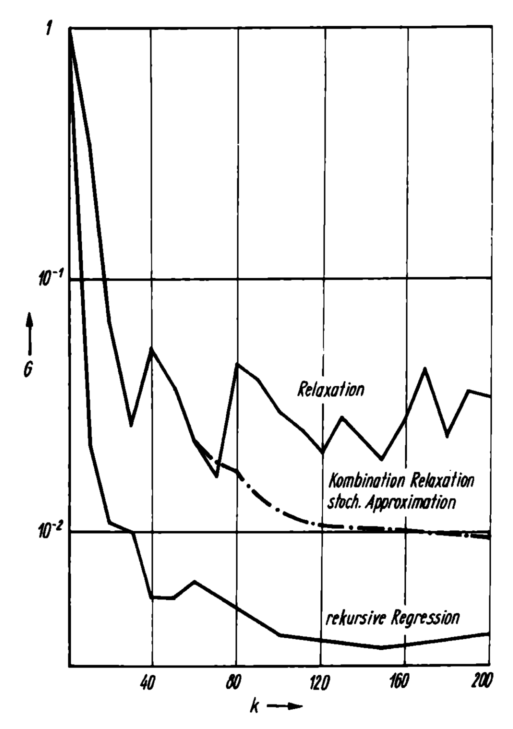


Bild 3. Konvergenz der Schätzverfahren und der Kombination von Schätzverfahren

$a^T = [1, -2, 3, -4, 5]$; $\hat{a}_0 = O$; 10% Störung

Schätzung:

Rekursive Regression $\hat{a}^T_{200} = [1{,}03;\ -1{,}99;\ 2{,}99;\ -4{,}02;\ 4{,}99]$

Relaxation $\hat{a}^T_{200} = [0{,}95;\ -2{,}08;\ 3{,}19;\ -3{,}92;\ 5{,}12]$

Kombination $\hat{a}^T_{200} = [0{,}99;\ -2{,}03;\ 2{,}96;\ -4{,}02;\ 5{,}02]$

Ist das System gestört, bleibt bei Störungen kleiner als 100%, bezogen auf den Ausgang, die rekursive Regression die beste Schätzung (Bild 2). Die stochastische Approximation konvergiert gut, wobei sie einen geringeren Speicherplatz und eine wesentlich kleinere Rechenzeit benötigt (Tafel). Die Relaxation ist bei gestörten Systemen (> 10%) unbrauchbar.

Steht für die Parameterschätzung wenig Rechenzeit und Speicherplatz zur Verfügung, so ist bei gestörten Systemen eine Kombination der Verfahren der Relaxation und der stochastischen Approximation vorteilhaft. Mit der Relaxation wird der Parametervektor $\hat{a}$ bis in die Nähe des richtigen Parametervektors a geführt, dann wird auf die stochastische Approximation umgeschaltet und so der Einfluß der Störungen beseitigt.

Die Leistungsfähigkeit dieser Kombination ist im Bild 3 für ein Beispiel dargestellt. Ein ähnliches Verhalten kann man durch die Wahl der Schrittweite mit genügend großen N der Gleichung

$$\gamma(k) = \frac{N}{N + k}; \quad N > 1 \tag{18}$$

bei der stochastischen Approximation erzeugen.

Die bei der Untersuchung von linearen und nichtlinearen Systemen gewonnenen Aussagen sind in der Tafel zusammengefaßt. Die Aussage über die Konvergenz gilt für den Fall, daß mit einem Startvektor $\hat{a}_0 = 0$ begonnen wird. Im anderen Fall verringern sich bei der Relaxation und der stochastischen Approximation die erforderlichen Suchschritte. Eine interessante Anwendung der Methoden als Teil des Entwurfs von Steuerungssystemen ist in [7] enthalten. Für die Echtzeitparameterschätzung zeitvarianter Systeme ist das Verfahren der rekursiven Regression den anderen überlegen. Durchgeführte Untersuchungen über die in [8] berichtet werden wird, haben ergeben, daß eine gezielte P^*-Wichtung die beste Möglichkeit zur Echtzeitparameterschätzung ist. Eine Wichtung mit einem Faktor (FK-Wichtung) ist besonders bei Systemen mit einzelnen zeitvarianten Parametern unvorteilhaft.

Literatur

[1] *Wernstedt, J.; U. Peter:* Zur Parameterschätzung statischer Systeme mit Hilfe der rekursiven Regression. msr **14** (1971) H. 3, S. 96–100.
[2] *Schwarz, H. R.:* Numerik symmetrischer Matrizen. Leipzig: BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft 1969.
[3] *Gastinel, N.:* Lineare numerische Analysis. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1972.
[4] *Albert, A.; L. A. Gardner:* Stochastic Approximation an Nonlinear Regression. Cambridge (Massachusetts) 1967.
[5] *Zypkin, Ja. S.:* Adaption und Lernen in kybernetischen Systemen. Berlin: VEB Verlag Technik 1970.
[6] *Lee, R.:* Optimal Estimation, Identifikation an Control. MIT Press, Research Monograph **28** (1964) Cambridge (Massachusetts).
[7] *Sprenger, H. J.:* Ein lernendes System zur automatischen Steuerung statischer Prozesse. msr **14** (1971) H. 3, S. 103–105.
[8] *Wernstedt, J.:* Die Gestaltung rekursiver Schätzverfahren für die Echtzeitparameterschätzung. msr (in Vorbereitung).

msr 4250

S. ARNDT und H. G. REX

Ein Funktionsgenerator nach dem Spline-Verfahren als Baustein für die digitale Simulation

IA 4.0.5.2

Einleitung[1])

Für die Darstellung von punktweise vorgegebenen Funktionen mit gewissen Anforderungen an die Genauigkeit einer kontinuierlichen Funktionserzeugung ist ein Programmblock wünschenswert, der für eine vorgegebene Eingangsgröße x eine beliebige Funktion $y = f(x)$ erzeugt.

Dieser Funktionsgenerator ist ein Baustein einer blockorientierten Simulationssprache [1] und [2]. Blockorientierte Simulationssprachen ermöglichen es, die direkte Notierung eines Signalflußplanes vornehmen zu können. Sie werden allerdings erst bei Verwendung schneller Digitalrechner voll wirksam.

Der hier beschriebene Funktionsgenerator kann natürlich ebenso für alle konventionellen Digitalrechenprogramme eingesetzt werden.

Nach Festlegung der Randbedingungen von seiten der Simulationssprache und von seiten der Anforderung an das Funktionserzeugungsverfahren, wird Algorithmus und Programm für einen Funktionsgenerator nach dem Spline-Verfahren angegeben und Beispiele angeführt.

Die Programme sind in FORTRAN 63 für den CDC 1604 A-Rechner geschrieben.

1. Bedingungen für den Funktionsgenerator

1.1. Bedingungen für die Blockstruktur

Das Unterprogramm (im folgenden mit der FORTRAN-Bezeichnung „SUBROUTINE“ angegeben) „Funktionsgenerator“ (FG) muß folgenden Bedingungen genügen:

- Vielfachverwendung entsprechend der Anzahl der FG-Blöcke in der Modellnotierung der blockorientierten Programmiersprache,
- Erzeugung beliebiger gewünschter Funktionsverläufe,
- Möglichkeit der Vorgabe einer beliebigen Stützstellenanzahl je FG.

Die Realisierung dieser Anforderungen wird im Abschn. 3.2 dargestellt.

1.2. Bedingungen für die Funktionserzeugung

Die Funktionserzeugung soll auf den eindimensionalen Fall beschränkt werden (s. auch Abschn. 5). Als Bedingungen für die Funktionserzeugung werden gestellt:

- glatte Kurvenverläufe im Sinne einer Bestapproximation d. h. keine Knickstellen im Funktionsverlauf,
- Differenzierbarkeit über das gesamte Darstellungsintervall.

Das in letzter Zeit häufig publizierte Spline-Verfahren (Spline bedeutet biegsames Kurvenlineal) [3] [6] bis [11] genügt diesen Bedingungen. Nach Berechnung der Spline-Funktion steht neben der Originalfunktion auch deren erste Ableitung zur Verfügung, die exakt analytisch aus der Originalfunktion erfolgt.

2. Das kubische Spline-Verfahren

Durch N gegebene Punkte (x_i, y_i) der (x, y)-Ebene ist eine Kurve $f(x)$ zu legen, die den folgenden Bedingungen genügt (es wird vorausgesetzt, daß die Folge $\{x_i\}$ mit $i = 1, \ldots, N$ eigentlich monoton wächst):

$$f(x_i) = y_i \quad \text{für } i = 1, \ldots, N \tag{1}$$

$f(x)$ über $[x_1, x_N]$ zweimal stetig differenzierbar (2)

$$\int_{x_1}^{x_N} [f''(x)]^2 \, dx = \text{Min!} \tag{3}$$

d. h. die Gesamtkrümmung von $f(x)$ ist über $[x_1, x_N]$ im wesentlichen minimal.

Nach dem Theorem von *Holladay* ist die kubische Spline-Funktion $\tilde{f}(x)$ mit der notwendigen Bedingung $\tilde{f}''(x_1) = \tilde{f}''(x_N) = 0$ diejenige, die die Gln. (1) bis (3) erfüllt.

Nach [3] ist $\tilde{f}(x)$ über $[x_i, x_{i+1}]$ $(i = 1, \ldots, N - 1)$ ein Polynom dritten Grades.

2.1. Konstruktion der Spline-Funktion dritten Grades [3]

Wegen Gl. (3) bildet man folgenden Ansatz

$$S_i = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \tag{4}$$

$(i = 1, \ldots, N - 1)$

[1]) Mitteilung aus dem VEB Konstruktions- und Ingenieurbüro Chemie Leipzig, Stammbetrieb des VEB Chemiemontagekombinat Leipzig.



S. Arndt (31), Dipl.-Ing., studierte von 1961 bis 1967 an der Fakultät für Elektrotechnik der TU Dresden Regelungstechnik. Seit 1967 ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter auf dem Gebiet der Prozeßmodellierung und -automatisierung im VEB Konstruktions- und Ingenieurbüro Chemie Leipzig, Stammbetrieb des VEB Chemiemontagekombinat Leipzig, tätig.



H.-G. Rex (26), Dipl.-Math., studierte von 1967 bis 1972 an der Sektion Mathematik der Karl-Marx-Universität Leipzig. Seit 1972 ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter auf dem mathematischen Gebiet der Prozeßmodellierung und -automatisierung im VEB Konstruktions- und Ingenieurbüro Chemie Leipzig, Stammbetrieb des VEB Chemiemontagekombinat Leipzig, tätig.

und

$$\tilde{f}(x) = S_i(x) \quad \text{mit } x \in [x_i, x_{i+1}]$$
$$\text{für } i = 1, 2, \ldots, N-1 .$$

Aus den Bedingungen (1) bis (4) ergeben sich folgende Beziehungen zur Koeffizientenbestimmung.

Nach Gl. (1) ist

$$S_i(x_i) = \tilde{f}(x_i) = y_i \quad \text{mit } i = 1, \ldots, N . \tag{5}$$

Nach Gl. (2) ist

$$\left.\begin{aligned} S_i(x_{i+1}) &= S_{i+1}(x_{i+1}) \\ S_i'(x_{i+1}) &= S_{i+1}'(x_{i+1}) \\ S_i''(x_{i+1}) &= S_{i+1}''(x_{i+1}) \end{aligned}\right\} \text{für } i = 1, \ldots, N-2 \quad \begin{aligned}(6)\\(7)\\(8)\end{aligned}$$

mit

$$S_i'(x) = b_i + 2\, c_i\, (x - x_i) + 3\, d_i\, (x - x_i)^2 \tag{9}$$

und

$$S_i''(x) = 2\, c_i + 6\, d_i\, (x - x_i)\, ,\ i = 1, \ldots, N-1. \tag{10}$$

Nach Gl. (3) erhält man folgendes Variationsproblem

$$\int_{x_1}^{x_N} [\tilde{f}''(x)]^2 \,\mathrm{d}x = \sum_{i=1}^{N-1} \int_{x_i}^{x_{i+1}} [S_i''(x)]^2 \,\mathrm{d}x = \text{Min!}\,.$$

mit der notwendigen Bedingung

$$S_1''(x) = S_N''(x) = 0\,. \tag{11}$$

2.2. *Berechnung der Spline-Koeffizienten*

Die Berechnung der Spline-Koeffizienten erfolgt aus den Gln. (5) bis (11). Die Beziehungen zur Berechnung der Koeffizienten führen auf ein lineares Gleichungssystem, dessen Auflösung ein gutartiger Prozeß ist. Die Schrittfolge der Koeffizientenberechnung wird im Abschn. 3.1 angeführt.

3. Programmaufbau des Funktionsgenerators

Es werden 2 getestete FORTRAN-Subroutines angegeben, aus denen der Funktionsgenerator aufgebaut wurde.

3.1. *Subroutine für die Berechnung der Spline-Koeffizienten (SPLINE)*

Dem Unterprogramm werden vom aufrufenden Programm „Funktionsgenerator"

— die Intervallgrenzen über die aktuellen Parameter $N1$, $N2$;

— die Stützwerte (x_i, y_i) mit $I = N1,\ N1 + 1, \ldots, N2$; mit $N1 < N2$ und $x_i < x_{i+1}$

zur Verfügung gestellt.

Das Koeffizientenberechnungsprogramm liefert die Spline-Koeffizienten b_i, c_i, d_i für $i = N1,\ N1 + 1, \ldots, N2 - 1$ (Tafel 1).

3.2. *Subroutine des Funktionsgenerators (FG1S)*

Das Unterprogramm besteht aus 4 Teilen, die die jeweiligen Berechnungsphasen charakterisieren (Tafel 2).

Dem Subroutine FG1S werden vom aufrufenden Programm folgende aktuelle Parameter zur Verfügung gestellt:

NA1	Nummer des FG-Ausgangs	$y = \tilde{f}(x)$,
NA2	Nummer des FG-Ausgangs	$\mathrm{d}y/\mathrm{d}x = \tilde{f}'(x)$,
NE	Nummer des FG-Arguments	(Eingang),
NN	Anzahl der Stützstellen.	

Tafel 1. Koeffizientenberechnungsprogramm

```
    SUBROUTINE SPLINE
    * (N1, N2, B, C, D)
    COMMON/FGX/X (500),
    * F (500)
    DIMENSION B (51), C (51),
    * D (51)
    M1 = N1 + 1
    M2 = N2 - 1
    S = 0.
    DO 10 I = N1, M2
    D(I) = X (I + 1) - X(I)
    R = (F (I + 1) - F(I))/D(I)
    C(I) = R - S
    S = R
10  CONTINUE
    S = R = C(N1) = C(N2)=0
    DO 12 I = M1, M2
    C(I) = C(I) + R * C(I - 1)
    B(I) = (X(I - 1)
    * -X(I + 1)) * 2 - R * S
    S = D(I)
12  R = S/B(I)
    DO 14 K = M1, M2
    I = M1 + M2 - K
14  C(I) = (D(I) * C(I + 1)
    * - C(I))/B(I)
    DO 22 I = N1, M2
    S = D(I)
    R = C(I + 1) - C(I)
    D(I) = R/S
    C(I) = C(I) * 3
    B(I) = (F(I + 1) - F(I))/
    * S - (C(I) + R) * S
22  CONTINUE
    END SPLINE
```

Tafel 2. Unterprogramm „Funktionsgenerator"

```
   Subroutine FG1S (NA1, NA2, NE, NN)
C  1. Allgemeine Bereitstellung von Vektoren und Feldern
         :
C  2. Ermittlung des Speicherplatzes für die Koeffizienten des auf-
C     gerufenen FG
         :
C  3. Intervallsuche für gegebenen Argumentwert x_i ≦ x ≦ x_i+1
C     Ergebnis: Index i, der aufgehoben wird.
C     Indexsuche:
      12 IF(X(NE) - XD(I)) 3, 7, 4
       3 IF (X(NE) - XD(K1)) 5, 16, 6
       5 WRITE (27, 2)
      16 I = K1
         GO TO 7
       9 I = I - 1
         IF(X(NE) - XD(I)) 6, 7, 7
       4 IF(X(NE) - XD(KN)) 9, 18, 8
       8 WRITE (27, 2)
      18 I = KN - 1
         GO TO 7
       2 FORMAT (1X/24H ARGUMENT AUSSER BEREICH/)
       9 I = I + 1
         IF(X(NE) - XD(I)) 10, 7, 9
      10 I = I - 1
C     Marke 7 als Fortsetzung
C  4. Berechnung der Funktionswerte y und y'
         :
C     Sprung zum Programmende
C  5. Einmaliger Vorbereitungsschritt:
C     Einlesen der Stützstellenwerte, Aufruf des
C     SUBROUTINE SPLINE, Abspeicherung der Spline-Koeffi-
C     zienten (Leitadresse notiert)
      END FG1S
```

Auf den Speicherplätzen X(NA1), X(NA2) stehen y und y' zur Verfügung, wobei x auf X(NE) bereitgestellt werden muß. Die Verwendung von mehreren FG ist gesichert. Die über alle FG summierte Stützstellenanzahl darf 500 nicht überschreiten. Die Speicherplätze werden automatisch in der Reihenfolge der FG-Aufrufe besetzt. K1 ist die erste und KN die n-te Adresse der Speicherplätze für die Stützstellenwerte XD(I), YD(I) des jeweiligen FG. Der Aufruf des Blockes FG1S erfolgt mit

$$\text{CALL}\quad \text{FG1S}\ (\text{NA1}_a,\ \text{NA2}_a,\ \text{NE}_a,\ \text{NN}_a)\,.$$

Der Index a soll andeuten, daß es sich um aktuelle Parameter, also um konkrete Zahlen handelt.

Tafel 3. Spline-Interpolation der Sinusfunktion

x	y	y (Spline)	y' (Spline)	y'' (Spline)
0	0	0	9,9964229E-01	0
,2500000	2,4740396E-01	2,4736112E-01	9,6904888E-01	−2,4474728E-01
,5000000	4,7942554E-01	4,7942554E-01	8,7726865E-01	−4,8949457E-01
,7500000	6,8163876E-01	6,8152074E-01	7,3179192E-01	−6,7431926E-01
1,0000000	8,4147098E-01	8,4147098E-01	5,4010902E-01	−8,5914395E-01
1,2500000	9,4898462E-01	9,4882030E-01	3,1536676E-01	−9,3879412E-01
1,5000000	9,9749499E-01	9,9749499E-01	7,0711959E-02	−1,0184443E-01
1,7500000	9.8398595E-01	9,8381559E-01	−1,7827112E-01	−9,7342033E-01
2,0000000	9,0929743E-01	9,0929743E-01	−4,1599820E-01	−9,2839636E-01
2,2500000	7,7807320E-01	7,7793841E-01	−6,2826225E-01	−7,6971599E-01
2,5000000	5,9847214E-01	5.9647214E-01	−8,0085620E-01	−6,1103562E-01
2,7500000	3,8166099E-01	3,8159516E-01	−9,2443198E-01	−3,7757063E-01
3,0000000	1,4112001E-01	1,4112001E-01	−9,8964151E-01	−1,4410564E-01
3,2500000	−1,0819513E-01	−1,0817733E-01	−9,9427183E-01	1,0706307E-01
3,5000000	−3,5078323E-01	−3,5078323E-01	−9,3610998E-01	3,5823178E-01
3,7500000 ĕ	−5,7156132E-01	−5,7145889E-01	−8,2066691E-01	5,6531276E-01
4,0000000	−7,5680250E-01	−7,5680250E-01	−6,5345360E-01	7,7239375E-01
4,2500000	−8,9498936E-01	−8,9484734E-01	−4,4618022E-01	8,8579323E-01
4,5000000	−9,7753012E-01	−9,7753012E-01	−2,1055698E-01	9,9919272E-01
4,7500000	−9,9929279E-01	−9,9907143E-01	3,7719064E-02	9,8701563E-01
5,0000000	−9,5892427E-01	−9,5892427E-01	2,8295084E-01	9,7483855E-01
5,2500000	−8,5893339E-01	−8,5896615E-01	5,1174104E-01	8,5548309E-01
5,5000000	−7,0554033E-01	−7,0554033E-01	7,1069238E-01	7,3612762E-01
5,7500000	−5,0827908E-01	−5,0751791E-01	8,6286831E-01	4,8127983E-01
6,0000000	−2,7941550E-01	−2,7941550E-01	9,5133230E-01	2,2643205E-01
6,2500000	−3,3179217E-01	−3,5685756E-01	9,9378831E-01	1,1321602E-01
6,5000000	2,1511999E-01	2,1511999E-01	1,0079403E-01	0

4. Beispiele

4.1. *Sinusfunktion*

Für eine vorgegebene Funktion $y = \sin(x)$ werden für eine Anzahl NN = 14 Stützstellen die Punkte (x_i, y_i) vorgegeben, indem die Standardfunktion SINF des FORTRAN-Compilers verwendet wird. Als Rahmenprogramm diente das Simulationsprogramm in [1] und [2].

Tafel 3 zeigt den Ausdruck für die Werte x, y, y (Spline), y' (Spline), y'' (Spline) und die Tafel 4 neben der Eingangsgröße x die Fehlerausdrucke $y - y$ (Spline), $y' - y'$ (Spline, $y'' - y''$ (Spline).

Die Abweichungen der Spline-Funktion y (Spline) von der vorgegebenen Standardfunktion $\sin(x)$ sind für die Stützstellen entsprechend Gl. (7) gleich Null, zwischen den Stützstellen geht der Fehler in die 4. bzw. 5. Dezimalstelle ein. Auf Grund der Konvergenz des Verfahrens für eine große Stützstellenanzahl kann die Genauigkeit der Approximation für y zwischen den Stützstellen und für y' stark erhöht werden. Die damit erhöhte Rechenzeit ist unerheblich. Auch die Suchzeit für eine glatte Eingangsfunktion $x(t)$ im Funktionsgenerator nimmt mit größerer Stützstellenanzahl nicht zu.

Im Beispiel beträgt die

Rechenzeit einschließlich Drucken	2,06 s
Rechenzeit ohne Drucken	0,55 s
Berechnungszeit der Spline-Koeffizienten	7 ms
JOB-Zeit (aufgerundete Gesamtzeit)	1 min

für eine Stützstellenanzahl NN = 14 und für 26 interpolierte Werte der Eingangsgröße x.

Auch die erste Ableitung und bedingt die zweite Ableitung können im Beispiel als akzeptable Approximationen angesehen werden.

Der Speicherplatz, der von der Stützstellenanzahl abhängt, beträgt 5 (NN — 1) Speicherplätze, im Beispiel als 65 Speicherplätze für die Darstellung der Null-ten, ersten und zweiten Ableitung der zu interpolierenden Funktion.

Tafel 4. Fehler der Sinusfunktion nach dem Spline-Verfahren

x	$y-y$ (Spline)	$y'-y'$ (Spline)	$y''-y''$ (Spline)
0	0	3,5770886E-04	0
,2500000	4,2837339E-05	−1,3645901E-04	−2,6566759E-03
,5000000	0	3,1391243E-04	1,0069028E-02
,7500000	1,1802145E-04	−1,0305236E-04	−7,3195008E-03
1,0000000	0	1,9328599E-04	1,7672967E-02
1,2500000	1,6431732E-04	−4,4398286E-05	−1,0190498E-02
1,5000000	0	2,5242654E-05	2,0949305E-02
1,7500000	1,7035496E-04	2,5062523E-05	−1,0565621E-02
2,0000000	0	−1,4863272E-04	1,9098933E-02
2,2500000	1,3478671E-04	8,8624773E-05	−8,3572069E-03
2,5000000	0	−2,8742674E-04	1,2563476E-02
2,7500000	6,5833810E-05	1,2960134E-04	−4,0903625E-03
3,0000000	0	−3,5098303E-04	2,9856308E-03
3,2500000	−1,7803719E-05	1,4215836E-04	1,1320629E-03
3,5000000	0	−3,4670954E-04	−7,4485544E-03
3,7500000	−1,0243338E-04	1,0755213E-04	6,2485545E-03
4,0000000	0	−1,9002525E-04	−1,5591251E-02
4,2500000	−1,4201325E-04	9,2733404E-05	9,1961262E-03
4,5000000	0	−2,3881980E-04	−2,1662600E-02
4,7500000	−2,2135419E-04	−1,1691157E-04	1,2277154E-02
5,0000000	0	7,1134759E-04	−1,5914278E-02
5,2500000	3,1653122E-05	3,4443461E-04	3,4514076E-03
5,5000000	0	−2,0226065E-03	−3,0587294E-02
5,7500000	−7,6117081E-04	−1,6758953E-03	2,6999244E-02
6,0000000	0	8,8379889E-03	5,2983450E-02
6,2500000	2,5065393E-03	5,6611114E-03	−8,0036808E-02
6,5000000	−7,2759576E-12	−3,1352684E-02	−2,1511999E-01

Die Größe y'' (Spline) kann im allgemeinen zur weiteren Verarbeitung nicht verwendet werden. Eine Fehlerabschätzung bei Spline-Funktionen ist in [4] zu finden.

4.2. *Titrationskurve*

In diesem Beispiel wird für eine glatte Meßkurve die Darstellung als Spline-Funktion verwendet.

Das Bild zeigt eine Titrationskurve $p_H = p_H(x)$. p_H ist der negative Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration, x die vorgegebene Korrekturmittelmenge.

Tafel 5. Spline-Interpolation der Titrationskurve

x	p_H (linear)	p_H (Spline)	Δp_H	p'_H (Spilne)	p''_H (Spline)
0	8,0000000E-01	8,0000000E-01	0	8,5439653E-02	0
,2000000	8,1000000E-01	8,0204044E-01	7,9595587E-03	1,3518689E-02	4,9747242E-02
,4000000	8,2000000E-01	8,0607077E-01	1,3929228E-02	2,8442862E-02	9,9494483E-02
,6000000	8,3000000E-01	8,1408088E-01	1,5919117E-02	5,3316483E-02	1,4924173E-01
,8000000	8,4000000E-01	8,2806066E-01	1,1939338E-02	8,8139552E-02	1,9898897E-01
1,0000000	8,5000000E-01	8,5000000E-01	0	1,3291207E-01	2,4873621E-01
1,2000000	8,8000000E-01	8,8069890E-01	−6,9889668E-04	1,6978569E-01	1,2000000E-01
1,4000000	9,1000000E-01	9,1619779E-01	−6,1977934E-03	1,8091207E-01	−8,7362084E-03
1,6000000	9,4000000E-01	9,5134724E-01	−1,1347242E-02	1,6629121E-01	−1,3747242E-01
1,8000000	9,7000000E-01	9,8099779E-01	−1,0997793E-02	1,2592310E-01	−2,6620863E-01
2,0000000	1,0000000E-00	1,0000000E-00	0	5,9807757E-02	−3,9494483E-01
2,2000000	1,0200000E00	1,0059640E00	1,4036028E-02	9,3385494E-03	−1,0974724E-01
2,4000000	1,0400000E00	1,0075281E00	3,1461946E-02	1,5908860E-02	1,7545035E-01
2,6000000	1.0600000E00	1,0161302E00	4,3869849E-02	7,9518689E-02	4,6064794E-01
2,8000000	1,0800000E00	1,0431482E00	3,6851835E-02	2,0016804E-01	7,4584553E-01
3,0000000	1,1000000E00	1,1000000E90	0	3,7785690E-01	1,0310431E00
3,2000000	1,2500000E00	1,2011922E00	4,8707827E-02	6,6056447E-01	1,7960325E00
3,4000000	1,4000000E00	1,3744256E00	2,5574353E-02	1,0962699E00	2,5610220E00
3,6000000	1,6500000E00	1,6500000E00	0	1,6849733E00	3,3260114E00
3,8000000	2,1000000E00	2.1000000E00	0	3,0474523E00	1,0298780E01
4,0000000	3,7000000E00	3,6000000E00	1,0000000E-01	1,5375217E01	1,1297887E02
4,2000000	5,8000000E00	5,8000000E00	0	4,4702742E01	2,2107358E03
4,4000000	1,0600000E01	1,0600000E01	0	4,3398701E00	1,1397263E02
4,6000000	1,1233333E01	1.1456576E01	−2,2324273E-01	2,4947915E00	−1,9771737E01
4,8000000	1,1316667E01	1,1626005E01	−3,0933874E-01	−4,7096911E01	−9,8858687E00
5,0000000	1,1400000E01	1,1400000E01	0	−1,4595560E00	0

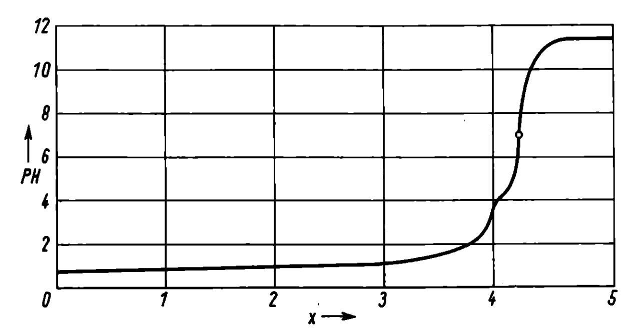


Bild. Titrationskurve

Für den Entwurf von p_H-Systemen wird zur Berechnung des sogenannten Pufferindex [5] die erste Ableitung der Titrationskurve $dp_H/dx = p'_H(x)$ herangezogen. Zur Fehlerabschätzung der Funktion p_H (Spline) soll ein Funktionsgenerator mit linearer Interpolation und hoher Stützstellenanzahl herangezogen werden.

Tafel 5 zeigt den Ausdruck für x, p_H, p_H (Spline), $p_H - p_H$ (Spline), p'_H (Spline), p''_H (Spline).

Die Stützstellenanzahl für die lineare Interpolation p_H (linear) wurde mit NN = 50 so gewählt, daß im Rahmen der Zeichengenauigkeit keine Fehler auftreten. Für die Spline-Interpolation war eine relativ große Stützstellenanzahl NN = 32 erforderlich, um die „Pufferzone" bei $x = 4{,}1$ hinreichend genau darstellen zu können.

Die Abweichungen der Funktionsverläufe p_H (linear — p_H (Spline) geben also etwa eine Vorstellung vom Fehlerverhalten der Interpolationsfunktion p_H (Spline) zwischen den Stützstellen. Durch Erhöhung der Stützstellenanzahl kann die Approximationsgüte weiter verbessert werden. Ein Gütekriterium für die erste Ableitung könnte durch punktweise Differentiation der Originalfunktion mit sehr viel größerer Stützstellenanzahl gefunden werden. In diesem Zusammenhang soll nochmals gesagt werden, daß die erste Ableitung der Spline-Funktion durch exakte analytische Differentiation entsteht.

Der Speicherplatz betrug für 32 Stützstellenwerte 155 Speicherplätze. Die Rechenzeit einschließlich Drucken und der Zeiten für den linearen Interpolator betrug 2,5 s für 25 zu interpolierende Eingangswerte x.

5. Verbesserte Interpolatoren

Es gibt trotz der optimistischen Beurteilungen für das „reine" Spline-Verfahren für 1 Variable eine Reihe von Verbesserungs- und Erweiterungsmöglichkeiten für FG-Algorithmen.

a) Erhöhung der Approximationsgenauigkeit:

— Korrekturfaktoren w_i für die Spline-Funktionen S_i je Intervall [6],

— Verfahren mit Verringerung der Schwingneigung [7].

b) Erhöhung der Anwendungsmöglichkeiten:

— Spline-Verfahren für Meßkurven mit Ausgleich der Streuungen [8],

— Spline-Verfahren für 2 und mehrere Variablen [9].

Aus [10] und [11] ist zu entnehmen, daß an der Verbesserung und an der theoretischen Fundamentierung der Spline-Verfahren weitergearbeitet wird.

Literatur

[1] *Arndt, S.; O. U. Langer:* Digital Simulation and Optimization of Systems in Chemical Industry. Preprints of the DISCOP-Symposium (IFAC), Györ (1971.

[2] *Arndt, S.; O. U. Langer:* DIGSIM — ein Programm zur digitalen Simulation und Optimierung verfahrenstechnischer Systeme. Chemische Technik 24 (1972) H. 4, S. 199; H. 6, S. 333.

[3] *Sauer, D.; A. Szabo:* Mathematische Grundlagen des Ingenieurs. Teil III. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1968.

[4] *Schultz, M. H.:* Error Bounds for Polynominal Spline Interpolation. Journal of ACM Vol. 24 (1970) No. 7, pp. 507.

[5] *Möhler, W.:* Betrachtungen zum Aufbau einfacher pH-Regelkreise in Abwasseraufbereitungsanlagen. Chemische Technik 15 (1963) H. 6, S. 337.

[6] *Späth, H.:* Exponential Spline Interpolation. Computing 4 (1969) No. 4, pp. 225—233.

[7] *Hiroshi, A.:* A Nex Method of Interpolation and Smooth Curve Fitting Based on Local Procedures. Journal of the ACM 4 (1970) No. 10, pp. 589—602.

[8] *Reinsch, Ch. H.:* Smoothing by Spline Functions. Numerische Mathematik Bd. 10. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1967.

[9] *Späth, H.:* Zweidimensionale glatte Interpolation. Computing 4 (1969) No. 4, pp. 178—182.

[10] *Späth, H.:* The Numerical Calculation of Quintic Spline by Blockunderrelaxation. Computing 7 (1971) No. 1—2, pp. 75—82.

[11] *Späth, H.:* The Numerical Calculation of High Degree Lidstone Splines with Equodistant Knots by Blockunderrelaxation. Computing 7 (1971) No. 1—2, pp. 65—74.

msr 4160

H. F. HELTZIG und E. OBERST

PRIMFIX – ein flexibler Algorithmus zur Ermittlung von Primkonjunktionen

IA 1.1.0

Einleitung[1])

PRIMFIX ist ein flexibler Algorithmus zur Ermittlung von Primkonjunktionen einer unvollständig bestimmten Schaltfunktion, die auch in nichtkanonischer alternativer Normalform gegeben sein kann.

Ein Teilproblem des Entwurfs von Schaltsystemen ist die Minimierung einer Kombinationsschaltung mit N Eingängen und M Ausgängen. Für die praktische Durchführung dieses theoretisch bekannten Entwurfsschrittes sind zwei Schwierigkeiten zu überwinden. Einmal sind bei größeren Variablenzahlen ($N > 20$) die klassischen, exakten Minimierungsverfahren nicht anwendbar, weil der erforderliche Aufwand an Rechenschritten und die benötigte Anzahl an Speicherplätzen rasch ansteigen. Zum anderen kann die Forderung nach Aufstellung der kanonischen alternativen Normalform ($2^{20} = 1048575$ Elementarkonjunktionen) als Ausgangspunkt der Minimierung bei größeren Variablenzahlen nicht mehr aufrecht erhalten werden. Aus diesen Gründen sind Näherungsverfahren gerechtfertigt, die, ausgehend von einer nichtkanonischen alternativen Normalform, eine quasioptimale Lösung liefern, die in der Nähe des Minimums liegt. Die Güte dieser quasioptimalen Lösung wird durch den dafür aufgewendeten Rechenaufwand bestimmt. Praktisch bedeutungsvoll ist ein Vorgehen, bei dem der Kompromiß zwischen erforderlichem Rechenaufwand und der Güte der Lösung durch ein wählbares Gütemaß festgelegt und damit dem Umfang und der Art des Projektes angepaßt werden kann. Die programmierte Fassung des hier beschriebenen Näherungsverfahrens ist Bestandteil des entwickelten Programmsystems RENDIS zum Rechnergestützten ENtwurf von DIgitalen Steuerungen [1].

1. Begriffe und Definitionen

Im folgenden werden Boolesche Funktionen in den Variablen x_i mit $i \in I$ und $I = \{0, 1, \ldots, N-1\}$ betrachtet.

Definition 1:

Durch

$$\sigma_{i_n}, \sigma_{i_{n-1}}, \sigma_{i_0}$$

$$x_{i_n}, x_{i_{n-1}}, \ldots, x_{i_0} \quad \text{mit } \{i_n, i_{n-1}, \ldots, i_0\} = I' \subseteq I$$

und

$$\sigma_i \in \{0, 1\}; x_i^{\sigma_i} = \begin{cases} x_i & \text{für } \sigma_i = 1 \\ \bar{x}_i & \text{für } \sigma_i = 0 \end{cases}$$

mit $i \in I'$ wird eine Fundamentalkonjunktion definiert.

Eine Fundamentalkonjunktion mit $n = N - 1$ bzw. $I' = I$ wird als Elementarkonjunktion bezeichnet.

— Erste Vereinbarung: $\sigma_{i_n} \sigma_{i_{n-1}} \sigma_{i_0}$
Eine Fundamentalkonjunktion $x_{i_n} x_{i_{n-1}} \ldots x_{i_0}$
soll durch ein N-stelliges Wort $a_{N-1} a_{N-2} \ldots a_\nu, \ldots a_0$ über $\{0, 1, —\}$ beschrieben werden gemäß

$$a_\nu = \begin{cases} 0 \text{ falls } \nu \in I' \text{ und } \sigma_\nu = 0 \\ L \text{ falls } \nu \in I' \text{ und } \sigma_\nu = 1 \\ — \text{ sonst}. \end{cases}$$

Definition 2:

Zwei Fundamentalkonjunktionen F_A und F_B mit den zugehörigen Indexmengen $I'(A)$ bzw. $I'(B)$ und den $\sigma_i(A)$ bzw. $\sigma_i(B)$ stehen in der Relation $F_A \leqq F_B$ g dw,

$$I'(B) \subseteq I'(A)$$

und

$$\forall\, i(i \in I'(B) \rightarrow \sigma_i(B) = \sigma_i(A)\,.$$

Definition 3:

Zwei Fundamentalkonjunktionen F_A und F_B stehen in der Relation $F_A < F_B$ g dw,

$$I'(B) \subset I'(A)$$

und

$$\forall\, i(i \in I'(B) \rightarrow \sigma_i(B) = \sigma_i(A)\,.$$

— Zweite Vereinbarung:
Einer Fundamentalkonjunktion F, beschrieben durch das Wort $a_{N-1}, a_{N-2}, \ldots, a_\nu, \ldots, a_0$, wird die Menge aller Elementarkonjunktionen E_j zugeordnet, für die $E_j \leqq F$ gilt.

— Dritte Vereinbarung:
Eine Boolesche Funktion f wird durch zwei Mengen $\mathfrak{M}^L$ und $\mathfrak{M}^0$ von Fundamentalkonjunktionen F gemäß $f = (\mathfrak{M}^L, \mathfrak{M}^0)$ beschrieben, wobei

$$f(F) = \begin{cases} L, \text{ falls } f(E) = L \\ 0, \text{ falls } f(E) = 0 \\ \text{beliebig, falls } f(E) \text{ nicht definiert} \end{cases}$$

und E eine Elementarkonjunktion mit $E \leqq F$ ist.

Definition 4:

Eine Fundamentalkonjunktion R heißt Primkonjunktion der Booleschen Funktion $f = (\mathfrak{M}^L, \mathfrak{M}^0)$ g dw.

a) $\exists$ Elementarkonjunktion $E_A \leqq F_A$, $F_A \in \mathfrak{M}^L$ mit $E_A \leqq R$.

b) $\sim \exists$ Elementarkonjunktion $E_B \leqq F_B$, $F_B \in \mathfrak{M}^0$ mit $E_B \leqq R$.

c) $\sim \exists$ Fundamentalkonjunktion R' mit $R < R'$, die ebenfalls die Bedingungen a) und b) erfüllt.

Definition 5:

Eine Kombination K ist ein N-stelliges Wort über der Menge $\{L, —\}$. Die Kombination K_n heißt Kombination von n Variablen, wenn in dem N-stelligen Wort genau n-mal der Wert L auftritt.

Definition 6:

Die Operation BLEND (K, F) zwischen einer Kombination $K = K_{N-1} K_{N-2} \ldots K_0$ und einer Fundamentalkonjunktion

[1]) Mitteilung aus dem Bereich Technische Kybernetik des Zentralinstitutes für Kybernetik und Informationsprozesse (ZKI) der Akademie der Wissenschaften der DDR.

Tafel 1. Wertetafel für die Operation BLEND (K, F)

blend		a_i: L	a_i: 0	a_i: —
K_i	L	L	0	$^0/_0$
	—	—	—	—

Tafel 2. Wertetafel für die Operation KONS (F_A, F_B)

kons		a_i: L	a_i: 0	a_i: —
b_i	L	L	$^0/_0$	L
	0	$^0/_0$	0	0
	—	L	0	—

$F = a_{N-1}, a_{N-2}, \ldots, a_0$ ist stellenweise gemäß Tafel 1 auszuführen.

Es gilt:

$$\text{BLEND}\,(K, F) = \begin{cases} \text{nicht definiert, wenn } \exists\, i\; [\text{blend}\,(k_i, a_i) = {}^0/_0] \\ d_{N-1}, d_{N-2}, \ldots, d_0, \text{ wobei } d_i = \text{blend}\,(k_i, a_i)\,. \end{cases}$$

Definition 7:

Die Operation KONS (F_A, F_B) von zwei Fundamentalkonjunktionen $F_A = a_{N-1}, a_{N-2}, \ldots, a_0$ und $F_B = b_{N-1}, b_{N-2}, \ldots, b_0$ ist stellenweise gemäß Tafel 2 auszuführen. Es gilt:

$$\text{KONS}\,(F_A, B_B) = \begin{cases} \text{nicht definiert, wenn } \exists\, i\; [\text{kons}\,(a_i, b_i) = {}^0/_0] \\ c_{N-1}, c_{N-2}, \ldots, c_0, \text{ wobei } c_i = \text{kons}\,(a_i, b_i)\,. \end{cases}$$

2. Verfahren

Es ist ein Minimierungsverfahren [2] bekannt, das für in kanonischer alternativer Normalform gegebene Schaltfunktionen eine Abdeckung der Aufgabenstellung durch Primkonjunktionen liefert. Dieses Näherungsverfahren basiert auf der Definition 4 und wurde im Hinblick auf seine Anwendung in Rechenanlagen entwickelt. Neben der Einschränkung auf kanonische alternative Normalformen wäre als ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens zu nennen, daß die ermittelte Lösung abhängig ist von der Reihenfolge, in der die Elementarkonjunktionen aus $\mathfrak{M}^L$ bearbeitet werden (vgl. Abschn. 3). Mit den in den Definitionen 6 und 7 eingeführten Operationen läßt sich das Verfahren [2] so erweitern, daß die Lösung von in nichtkanonischer alternativer Normalform gegebener, unvollständig bestimmter Aufgabenstellung möglich ist. Der entsprechende Algorithmus (PRIMFIX Variante 1) hat ebenso wie das Verfahren von *Kasakov* [2] noch den Nachteil, daß die gefundenen Primkonjunktionen von der Reihenfolge der Fundamentalkonjunktionen $F_i^L \in \mathfrak{M}^L$ abhängen (Bild 2, Beispiele 1a, b, c).

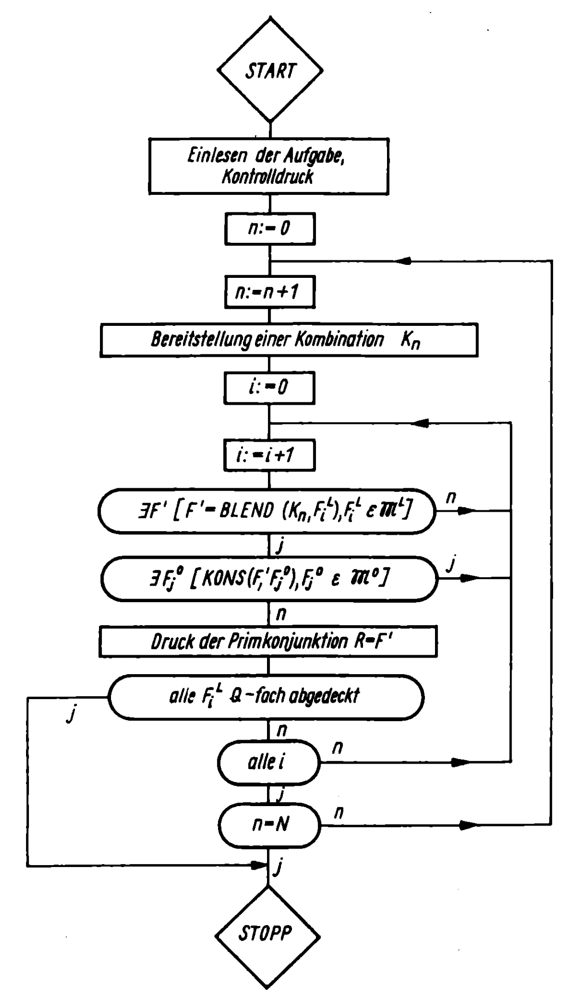


Bild 1. Flußbild für den Algorithmus PRIMFIX

Bild 2. Einfluß der Reihenfolge $F_i^L \in \mathfrak{M}^L$ auf die ermittelten Primkonjunktionen (Beispiel 1a bis d)

a)

```
DRUCK DER BELEGUNGEN Y QUER

C - 0 L L
0 L - 0 0
0 C 0 0 0

DRUCK DER BELEGUNGEN Y

L L L L -
0 L L L -
- L L 0 L
- 0 L L L
0 0 L 0 -
0 - 0 0 L
0 0 L L 0

PRIMIMPLIKANT   1   X4
PRIMIMPLIKANT   2   X1X2
PRIMIMPLIKANT   3   X0N1
PRIMIMPLIKANT   4   X2N3
```

b)

```
DRUCK DER BELEGUNGEN Y CUER

0 - 0 L L
C L - 0 0
C 0 0 0 0

DRUCK DER BELEGUNGEN Y

- 0 L L L
L L L L -
0 L L L -
0 0 L L 0
- L L 0 L
0 0 L 0 -
0 - 0 0 L

PRIMIMPLIKANT   1   X0X2
PRIMIMPLIKANT   2   X4
PRIMIMPLIKANT   3   X1X2
PRIMIMPLIKANT   4   X2N3
PRIMIMPLIKANT   5   X0N1
```

c)

```
DRUCK DER BELEGUNGEN Y CUER

0 - 0 L L
0 L - 0 0
0 0 0 0 0

DRUCK DER BELEGUNGEN Y

0 L L L -
- 0 L L L
L L L L -
0 0 L L 0
- L L 0 L
0 0 L 0 -
0 - 0 0 L

PRIMIMPLIKANT   1   X1X2
PRIMIMPLIKANT   2   X0N1
PRIMIMPLIKANT   3   X2N3
```

d)

```
DRUCK DER BELEGUNGEN Y CUER

0 - 0 L L
C L - 0 0
0 0 0 0 0

DRUCK DER BELEGUNGEN Y

L L L L -
0 L L L -
- L L 0 L
- 0 L L L
0 0 L 0 -
0 - 0 0 L
0 0 L L 0

LOESUNG

I   PRIMIMPLIKANT

1   X4
2   N0X1
3   X0N1
4   X0X2
5   X1X2
6   X2N3
```

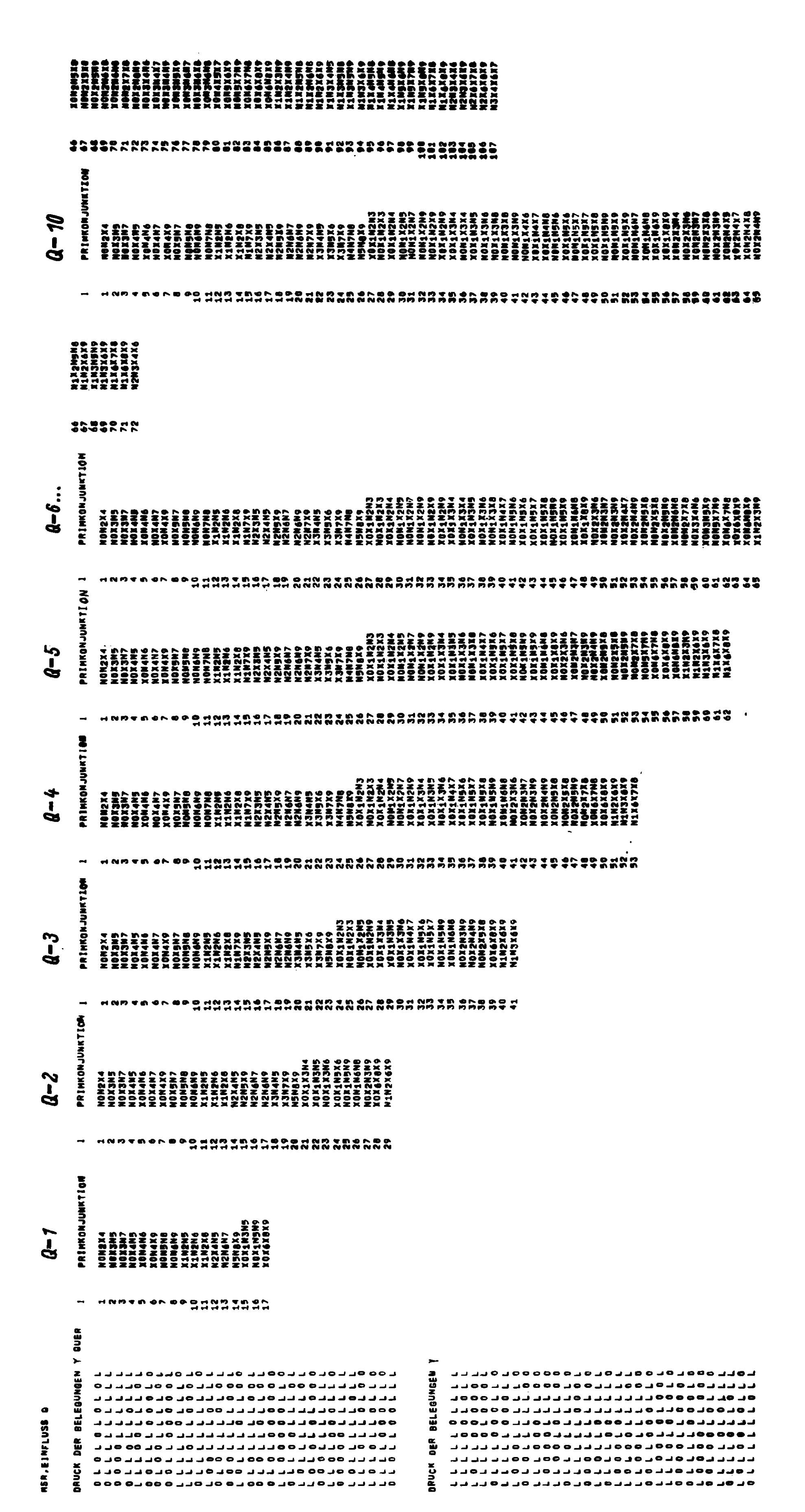


Bild 3. **Einfluß des Gütemaßes *Q* auf die Anzahl der ermittelten Primkonjunktionen (Beispiel 2)**

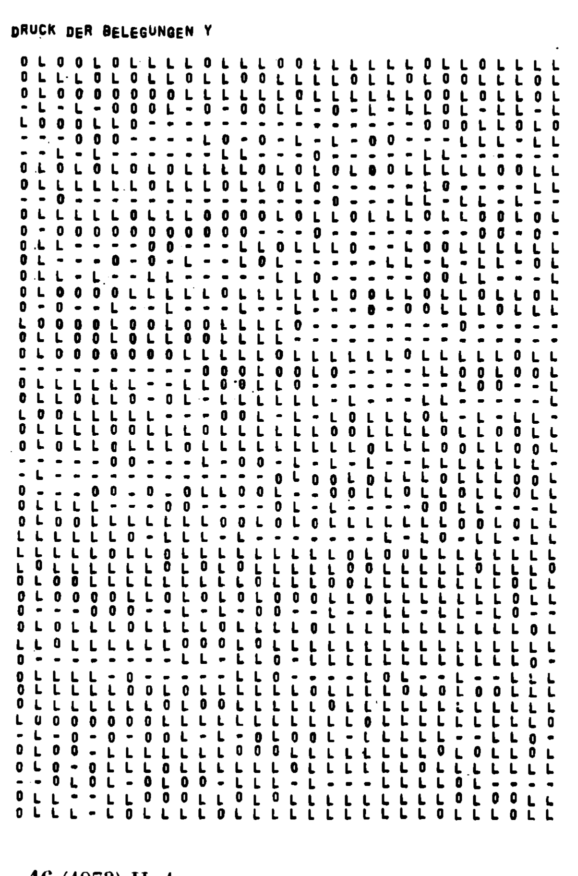
Eine andere Möglichkeit (PRIMFIX Variante 2) ergibt sich, wenn alle Fundamentalkonjunktionen F_1^L bezüglich einer Kombination K_n parallel untersucht werden. Dann ist die Lösung nicht mehr abhängig von der Reihenfolge der Fundamentalkonjunktionen $F_1^{L'}$ in $\mathfrak{M}^L$. Außerdem ergeben sich im allgemeinen kürzere Rechenzeiten (Bild 2, Abschnitt 1d).

Bei den Varianten *1* und *2* sind die Lösungen allerdings noch abhängig von der Kodierung der Aufgabenstellung. Diese Einschränkungen werden durch Algorithmus PRIMFIX (Variante 3) umgangen, indem zu jeder Fundamentalkonjunktion F_1^L sämtliche kürzesten Primkonjunktionen ermittelt werden. Mit dieser Variante wird bei gleicher Aufgabenstellung eine Anzahl von Primkonjunktionen ermittelt, die mindestens gleich groß der bei den Varianten *1* und *2* ermittelten ist. Während aber bei den Varianten *1* und *2* die

```
BSP. MSR, N = 30

DRUCK DER BELEGUNGEN Y QUER

O L L L - L L O L - L L O L L L L - L L L O L L O O L O O L
O L L O - O L L L O - L L L L O L O - - - L L L L L L L O L
O L L - - O L - O L L O - - - L L - L O L O L L L L O O L L
L O O O L O O L L - - L L O O L O L L - O O O L O L L L L O
O L L L L O O L L O L L L O L L O O - O L L L O O L - O L L
O O O - L L L L O - O L - O L L L L O L - L L L L L L L O O
L O L - - L L L - O - O - O L L L O L O - L L L L L - L L O
O L L - - L L - L O - L L L L O L - - O O L O L O O O O L L
O L O O - L L O O L O O - - L O L L L O L L L L O L - O L L
L O O O L L L L L L O O L L L L - L L O L O L O L L O L L O
O L L L O L L L L - L L L - L L L L L O - O L L L L - L L L
O L L O O O L O - - - L L L O L L - - L - O L L L L O L L L
O L L - - L L L O L O L L L L L O L O L O O L O L L O O O L
O L O O - L L L L L O O L L L L L L L L O O O L O L L L L L
O L O O L L L L O - O L L L L O L O L L L L O L O L L O L L
L O L L - L L - L - - L L L L L L O O L - L L O O L L L L O
O L L O O O O L O O L L O L O O L O - L - L L L L L L L O L
O L O O O L O O O - L O L O L L L O O O - L O L L L - O L L
O O L L L O L - O O - - - - - - L - L O L L L L L O - L O O
O L O O O O L - L - O - L - L L L L L L O O L L O L L L O L
L L L O - O L L O O L L L L L L L L O O L L L L L L L L L L
L L L - L L L L L L O L L L O - O L L L L O L O O O L O L L
L L O O L L O O - L L L L - O L O L L L L O L L O L - L L L
L L L L O L O O L - O O L L O - L O O L L L L L L O - O L L
O L O O O O O O L O O L L L L L L L - L - L L L L L - L O L
O L O - O L L O L L - O O O L L L L O L - O L O L L L L L L
L L L - L O L O L O L L O - L - L L L O O L L L L O O O L L
L O O - O L L - O L L L O O L L O O O L - L L O L L O O L O
O L O O O L O L L O L O O O L O L L O L - L L L L O L L L L
L O O O L L L L L O O - L L L - L L L O L O L L O L L L L O
O L O L - L L L O O - - - - - - O - O O O L L L L L L O L L
O L O L - L L O L - L L L L L O O L O L - O O L L L O L L L
L L O O O L L L - O O L O - L O L L O L L L L L L O - O L L
O L L L L O L O L - - - - - - - O O - O - L L O O O - L L L
O L L L - L L L L - - L L L - O O L - L O L L O L L L L L L
O L O L - L O O L L O L L O L O O L L O O L L L O L L O O L
O L L L - L L O O O - - O - - L L O L O O O L L O L L L O L
O L O O - L O L O - O L L O - L O L L L - L L O O O L O L L
O L L O O O O L L - L L L O L - L O L O L L L L L L L L L L
O L O O O O O L L L O L L - O - L L L L - L L L L L L L L L
L L L L O L O O O O L - - - O L L L L L O L L L O L L L L L
O L O O O O L O L O - O O L L L L L L L - L L O L L L O O L
L O O O O L L - O - O O - O L O L L L L O O L L L L L O L O
O L O O L L L L L O - O O L L L L L - O O L L L L L L L L L
O L O - - L O L O - L L O O - O L L L L L L L L L O L L O L
O L O O O O O O O O O O O O L L O L L - O L L L O O L L L L
O L O - L L L - O - O - - O L - O L L L O O O L L L L L L L
L O L - O O O L O - - L O L L L L - O - O O L L L O - O L O
L L O - - L L - L O - L L O L L O L O - - L L L L L L L L L
O L O - - L L O O L - - - - - L L L O - - O O L L L - L L L
O L O - - O L L L L O L - L L L L L O L - L L L L O L L O L
O L O O - L L L O - L L O O O O O L L O L L O L O L - O O L
O L L L - L L - L L L O - O L O L O O O L L L L L L L L O L
O L L - - L L L L L O O O O O - - - L - L L O L O O O L L L
O L O O O L O - L O - O - O L L O L - O L L L L L L - L L L
O L O O O L L O L L - L L L L O L L - - O L O L L O - L L L
O L O O L O O - - - L L L L O L O O O - - L L L O O - O O L
O L O O O O O O L O L O - - L L L L - O - L L L L O - O L L
L L O O - O L L - O L O O O O L L L - O L L L O L O L L L L
L O O - - L L L - O L L - - L - O O - - O L L O L L L O L O
```



```
DRUCK DER BELEGUNGEN Y

O L O O L O L L L L O L L L O O L L L L L L O L L O L L L L
O L L L O L O L L O L L O O L L L L O L L O L O O L L L O L
O L O O O O O O O L L L L L L O L L L L L L O O L O L L O L
- L - L - O O O L - O - O O L L - O - L - L L O L - L L - L
L O O O L L O - - - - - - - - - - - - - - - O O O L L O L O
- - - O O O - - - - L O - O - L - L - O O - - - L L L - L L
- - L - L - - - - - - L L - - - O - - - - - L L - - - - - -
O L O L O L O L O L L L L O L O L O L O O L L L L L O O L L
O L L L L L L O L L L O L L O L O - - - - - L O - - - - L L
- - O - - - - - - - - - - - - - - O - - - L L - L L - L - -
O L L L L L O L L L O O O O L O L L O L L L O L L O O L O L
O - O O O O O O O O O O O - - - O - - - - - - - - O O - O -
O L L - - - - O O - - - L L O L L L O - - L O O L L L L L L
O L - - - O - O - L - - L O L - - - - - L L - L - L L - O L
O L L - L - - L L - - - - - L L O - - - - - O O L L - - - L
O L O O O O L L L L L O L L L L L L O O L L O L L O L L O L
O - O - - L - - L - - - L - - L - - - O - O O L L L O L L L
L O O O O L O O L O O L L L L O - - - - - - - - O - - - - -
O L L O O L O L L O O L L L L - - - - - - - - - - - - - - -
O L O O O O O O O L L L L L O L L L L L L O L L L L L O L L
- - - - - - - - - - O O O L O O L O - - - - L L O O L O O L
O L L L L L L - - L L O O L L O - - - - - - - - L O O - - L
O L L O L L O - O L - L L L L L L - L - - - L L - - - - - L
L O O L L L L L - - - O O L - L - L O L L L O L - L - L L -
O L L L L O O L L L O L L L L L L O O L L L L O L L O O L L
O L O L L O L L L O L L L L L L L L L O L L L O O L L O O L
- - - - - O O - - - L - O O - L - L - L - - L L L L L L L -
- L - - - - - - - - - - - - O L O O L O L L L O L L L O O L
O - - - O O - O - O L L O O L - - O O L L O L L O L L O L L
O L L L L - - - O O - - - - O L - L - - - - O O L L - - - L
O L O O L L L L L L L O O L O L O L L L L L L L O O L O L L
L L L L L L O - L L L - L - - - - - - - L - L O - L L - L L
L L L L L O L L O L L L L L L L L L O L O O L L L L L L L L
L O L L L L L L O L O L O L L L L L O O L L L L L O L L L O
O L O O L L L L L L L L L O L L L O O L L L L L L L L O L L
O L O O O O L L O L O L O L O O O L L O L L L L L L L O L L
O - - - O O O - - L - L - O O - - L - - L L - L L - L O - -
O L O L L L O L L L L O L L L L O L L L L L L L L L L L O L
L L O L L L L L L O O O L O L L L L L L L L L L L L L L L L
O - - - - - - - - L L - L L O - L L L L L L L L L L L L O -
O L L L L - O - - - - - L L O - - - - L O L - - L - - L L L
O L L L L L O O L O L L L L L L O L L L L O L O L O O L L L
O L L L L L L L O L O O L L L L L O L L L L L L L L L L L L
L O O O O O O O L L L L L L L L L L L O L L L L L L L L L O
- L - O - O - O O L - L - O L O O L - L L L L L - - L L O -
O L O O - L L L L L L L O O O L L L L L L L L O L O L L O L
O L O - O L L L O L L L L L L O L L L L L L O L L L L L L L
- - O L O L - O L O O - L L L - L - - - L L L L O L - - - -
O L L - - L L O O O L L O L O L L L L L L L L L O L O O L L
O L L L - L O L L L L O L L L L L L L L L L L O L L L O L L
```

Bild 4. Näherungslösung für eine Aufgabenstellung mit 30 Variablen (Beispiel 3)

```
PRIMIMPLIKANT   1   X0N7N24
PRIMIMPLIKANT   2   N1X2N6
PRIMIMPLIKANT   3   X2N6N23
PRIMIMPLIKANT   4   N6N7
PRIMIMPLIKANT   5   X1X3X4N18N24
PRIMIMPLIKANT   6   X6X7N13X27
PRIMIMPLIKANT   7   X1N14N21N23
PRIMIMPLIKANT   8   N6N15N18X24
PRIMIMPLIKANT   9   X2N12N27
PRIMIMPLIKANT  10   N1X2N7
PRIMIMPLIKANT  11   N1N13N18
PRIMIMPLIKANT  12   X0N1X8N16N24
PRIMIMPLIKANT  13   X5N7X14X21
PRIMIMPLIKANT  14   N14N23N28
PRIMIMPLIKANT  15   X15X16N23X24
PRIMIMPLIKANT  16   N8N23N29
PRIMIMPLIKANT  17   X0N1N4N18
PRIMIMPLIKANT  18   X0N4X5X27N29
PRIMIMPLIKANT  19   N7X8N28
PRIMIMPLIKANT  20   X5N6N23
PRIMIMPLIKANT  21   N1N5N6
PRIMIMPLIKANT  22   X1X2X4N17N24
PRIMIMPLIKANT  23   N1N6N10
PRIMIMPLIKANT  24   N5N8N11
PRIMIMPLIKANT  25   N2N4N5N18
PRIMIMPLIKANT  26   N6N23X29
PRIMIMPLIKANT  27   X0X5N8X29
PRIMIMPLIKANT  28   N0N4X24
PRIMIMPLIKANT  29   X7N12X13N27
PRIMIMPLIKANT  30   X5N13N24
PRIMIMPLIKANT  31   N2X3X5N15N24
PRIMIMPLIKANT  32   X0X15N18X29
PRIMIMPLIKANT  33   N1X4N15X17
PRIMIMPLIKANT  34   X1X5N23X25
PRIMIMPLIKANT  35   X4X10N12N18
PRIMIMPLIKANT  36   N0X8N23
PRIMIMPLIKANT  37   N1X2N13
PRIMIMPLIKANT  38   X2X4N7X8
PRIMIMPLIKANT  39   N5X9X26N27
PRIMIMPLIKANT  40   N2N3X10X11
```

Zahl Z der Primkonjunktionen gemäß $Z \leq \overline{\overline{\mathfrak{M}}}^L$ beschränkt ist, gilt bei Variante *3* diese Beziehung nicht mehr. Damit erhöht Variante *3* zwar den erforderlichen Rechenaufwand, schafft aber gleichzeitig die Voraussetzung, mit Hilfe eines geeigneten Auswahlverfahrens wesentlich günstigere Lösungen zu erhalten.

Für den praktischen Einsatz ist ein Vorgehen zweckmäßig bei dem das Entwurfsverfahren in bestimmten Abschnitten dem Projekt angepaßt wird. So kann z. B. bei einem Schaltsystem, das in großen Stückzahlen eingesetzt werden soll, der vertretbare Rechenaufwand höher sein als bei einer nur einmal benötigten Steuereinrichtung. Im ersten Fall wird eine Erhöhung des Rechenaufwandes und das Auffinden einer einfacheren Lösung eine größere ökonomische Einsparung bringen. Im anderen Fall kann einer Vergrößerung der Rechen- und damit der Projektierungskosten kein entsprechender ökonomischer Nutzen gegenüberstehen.

Wird nun in den Algorithmus nach Variante *2* die Forderung eingebaut, zu jeder Fundamentalkonjunktion $F_i^L \in \mathfrak{M}^L$ höchstens Q Primkonjunktionen zu bestimmen, so wird mit diesem wählbaren Gütemaß Q die Möglichkeit geschaffen, einen Kompromiß zwischen dem notwendigen Rechenaufwand und dem erforderlichen Speicherplatzbedarf einerseits und der Güte der Lösung andererseits zu schließen, der den Erfordernissen angepaßt ist. So ist der flexible Algorithmus PRIMFIX aufgebaut, für den Bild 1 unter Verwendung der in Abschn. 1 eingeführten Begriffe und Definitionen das Flußbild zeigt. Unmittelbar nach dem Einlesen der Aufgabenstellung und der erforderlichen Parameter erfolgt zu Kontrollzwecken ein Ausdruck auf dem Datenblatt. Die Bereitstellung der Kombinationen beginnt mit allen Kombinationen K_1 und wird bis zur Kombination K_N systematisch fortgesetzt. Damit wird die Bedingung c) der Definition 4 automatisch erfüllt. Mit der Operation BLEND werden aus jeder Fundamentalkonjunktion F_i^L Fundamentalkonjunktionen F' erzeugt, die mit der Operation KONS darauf untersucht werden, ob sie in einer Fundamentalkonjunktion F_j^0 ganz oder teilweise enthalten sind. Eine Verneinung dieser Bedingung heißt: F' ist Primkonjunktion. Eine weitere Bedin-

gung sorgt dafür, daß zu jeder Fundamentalkonjunktion F_1^L höchstens Q Primkonjunktionen bestimmt werden.

3. Beispiele

Die hier zusammengestellten Beispiele dienen zur Illustration der Flexibilität des im Bild 1 angegebenen Algorithmus PRIMFIX. Sie wurden auf einer EDV-Anlage vom Typ NE 503 durchgerechnet. Das Beispiel 1 läßt an einer Aufgabenstellung mit fünf Variablen den Einfluß der Reihenfolge der Fundamentalkonjunktionen in $\mathfrak{M}^L$ auf die mit Variante *1* ermittelten Primkonjunktionen erkennen (Bild 2a, b, c). Die Anwendung der Variante *2* liefert das im Bild 2d gezeigte Ergebnis. In den Ergebnisausdrücken wird die unnegierte Variable mit X, die negierte Variable mit N bezeichnet.

Für eine Aufgabenstellung mit zehn Variablen (Bild 3) wird der Einfluß des Gütemaßes Q auf die Anzahl der gefundenen Primkonjunktionen gezeigt.

Bild 4 zeigt ein größeres Beispiel mit 30 Variablen. Da $Q = 1$, kann die Alternative der gefundenen Primkonjunktionen bereits als eine Näherungslösung der Aufgabenstellung verwendet werden.

Auf Grund zahlreicher durchgerechneter Beispiele kann für den Rechenzeitbedarf die folgende Beziehung angegeben werden:

$$t = c\,\overline{\overline{\mathfrak{M}^L}}\;\overline{\overline{\mathfrak{M}^{0^2}}}\,(N^{1,4} + 30)\;.$$

Die Konstante c berücksichtigt im wesentlichen die Einflüsse der EDV-Anlage und der verwendeten Programmiersprache.

Zusammenfassung

Der Algorithmus PRIMFIX ist ein flexibles Verfahren zur schnellen Bestimmung von Primkonjunktionen für in nichtkanonischer alternativer Normalform gegebene unvollständig bestimmte Schaltfunktionen. Durch ein wählbares Gütemaß Q ist zwischen notwendigem Rechenaufwand und Güte der Lösung ein den Erfordernissen angepaßter Kompromiß möglich. Da für die aufgefundenen Primkonjunktionen $R \leqq F_1^L$, $F_1^L \in \mathfrak{M}^L$ gilt, wird ein anschließendes Auswahlverfahren, das unmittelbar auf der vorgegebenen nichtkanonischen alternativen Normalform aufbaut, besonders einfach. Ein solches Vorgehen liefert recht schnell eine brauchbare Näherungslösung, die im allgemeinen aber keine minimale alternative Normalform sein muß. Durch eine einfache zusätzliche Maßnahme gelingt es, das Auswahlverfahren so zu erweitern, daß immer eine minimale alternative Normalform erhalten wird [4].

Geeignete Modifizierungen machen diesen Algorithmus auch zur Bestimmung von Mehrfachprimkonjunktionen bei Schaltsystemen mit mehreren Ausgängen einsetzbar [3].

Literatur

[1] *Zander, H. J.; E. Oberst; P. Hummitzsch:* RENDIS — ein universelles Programmsystem zum rechnergestützten Entwurf digitaler Steuerungen. msr (in Vorbereitung).

[2] *Kasakov, W. D.:* Minimierung logischer Funktionen mit einer großen Anzahl von Variablen. Avtomatika i Telemechanika 23 (1962) H. 9, S. 1237–1242.

[3] *Zander, H. J.:* Zur Minimierung unvollständig bestimmter Boolescher Funktionen bei gegebener nichtkanonischer Normalform. Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik (in Vorbereitung).

[4] *Heltzig, H. F.; E. Oberst:* Vergleich Boolescher Funktionen. Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik (in Vorbereitung).

msr 4128

messen · steuern · regeln

Herausgeber: Kammer der Technik

VEB Verlag Technik, Berlin. Verlagsleiter: Dipl. oec. *H. Sandig*

Redaktion: *H. Weichardt*, Verantwortlicher Redakteur
R. Gutjahr, Redakteurin

Anschrift der Redaktion: VEB Verlag Technik, DDR-102 Berlin. Oranienburger Straße 13/14, Fernspr.: 4220591, Telegrammadresse: Techniksverlag Berlin. Telex: Berlin 0112228 techn dd

Die Zeitschrift messen · steuern · regeln erscheint monatlich. Bezugspreis je Heft 4,— M.

DDR-Anzeigen: DEWAG-WERBUNG BERLIN, DDR-1054 Berlin, Wilhelm-Pieck-Str. 49, und alle DEWAG-Zweigstellen. Anzeigenpreisliste Nr. 4.

Auslandsanzeigen: INTERWERBUNG, DDR-104 Berlin, Tucholskystr. 40

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer", 582 Bad Langensalza



Veröffentlicht unter der Lizenz-Nr. 1112 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrats der Deutschen Demokratischen Republik



Umschlag und drei Textseiten — eingetragene Schutzmarke des Warenzeichenverbandes Regelungstechnik e. V., Berlin

Bestellungen nehmen entgegen

Deutsche Demokratische Republik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel, die Beauftragten der Zeitschriftenwerbung des Postzeitungsvertriebes und der Verlag

BRD: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag. Auslieferung über KAWE-Kommissionsbuchhandlung, 1 Berlin 12, Hardenbergplatz 13

Westberlin: Wie unter BRD

Volksrepublik Albanien: Ndermarja Shteterore e Tregetimit te Librit, Tirana, Rruga Konference e Pezec

Volksrepublik Bulgarien: Direktion R. E. P., Sofia, 11a, Rue Paris

Volksrepublik China: Waiwen Shudian, Peking P. O. Box 88

Republik Kuba: Außenhandelsunternehmen Cubartimpex, La Habana, Lonja del comerico 410. Piso

Sozialistische Föderative Republik Jugoslawien: Jugoslowenska Knjiga, Beograd, Terazija 27

Volksrepublik Polen: P. P. K. Ruch, Warszawa, Wronia 23

Sozialistische Republik Rumänien: Directia Generale a Postei si Difuzari-Presei-Palatul Administrativ C. F. R., Bukarest

Tschechoslowakische Sozialistische Republik: ARTIA-Außenhandelsunternehmen Ve smĕkách 30, Praha 2, dovoz tisku (obchodni skupina 13); Poštovni novinová službadovoz tlače, Leningradská ul. 14, Bratislava; Poštovni novinová služba — Praha 2, Vinohrady, Vinohradská 40 — dovoz tisku

UdSSR: Die städtischen Abteilungen „Sojuspetschatj", Postämter und Bezirkspoststellen

Ungarische Volksrepublik: Posta Központi Hirlapiroda, Budapest V, Jóseph Nader tér 1

Demokratische Republik Vietnam: XUNHASABA, Außenhandelsunternehmen, Hanoi/Vietnam, 32 Hai Ba Trung

Für alle anderen Länder: VEB Verlag Technik, DDR-102 Berlin, Oranienburger Str. 13/14

Annahmebedingungen

Die Redaktion veröffentlicht nur solche Beiträge, die noch an keiner anderen Stelle des In- und Auslandes ganz oder teilweise oder in ähnlicher Form erschienen sind oder bis zur Veröffentlichung erscheinen werden und daß die Verfasser die Arbeiten bis zum Ablauf des ersten, dem Erscheinen folgenden vollen Kalenderjahres an keiner anderen Stelle veröffentlichen, ohne hierzu vorher die Zustimmung der Redaktion der Zeitschrift eingeholt zu haben. Mit der Annahme und Veröffentlichung des Manuskriptes geht das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder auf den Verlag über. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung der Redaktion nicht gestattet, fotografische Vervielfältigungen, Mikrofilme u. a. von Heften der Zeitschrift, einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen. Ferner behält sich die Readktion Änderungsvorschläge nach der Durcharbeitung der Beiträge vor. Genehmigungspflichtige Beiträge müssen den Vermerk enthalten, daß beim Autor ein schriftliches Einverständnis des Betriebes bzw. des Instituts vorliegt.

Richtlinien für die Manuskriptgestaltung sind dem Heft 1 messen · steuern · regeln 1973 zu entnehmen bzw. werden von der Redaktion auf Anfrage zugesandt. Die Einhaltung dieser Gesichtspunkte garantiert eine sofortige Bearbeitung und verzögerungsfreie Veröffentlichung der Arbeit im msr- bzw. ap-Teil der Zeitschrift. Die Zuordnung behält sich die Redaktion vor.

(Fortsetzung von Seite 8)

[178] *Gostev, V I.* 4.5.2.0
Analyse und ingenieurmäßige Berechnung von Wechselstrom-Korrekturverstärkern. (in russ.). 6, 1, 9, 3. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 1. S. 48—58.

[179] *Tóth, M., P. Rupprich:* 4.5.3.0
Die Anwendung der ROM-Speicher in Meß- und Regelsystemen. (in ungar.). 2, 7, 1, 0. Mérés és Automatika 20 (1972) H. 2, S. 54—56.

4.6. Stellantriebe und Stellglieder

[180] *Kagan, V. G.; A. M. Šor:* 4.6.1.1
Thermische Begrenzung von elektrischen Stellantrieben kleiner Trägheit im dynamischen Betrieb. 2, 0, 0, 1. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 2, S. 157—162.

[181] *Suchodomski, M.:*
Electric crank and linear servo-motors, type ELS and EWS. (in poln.). 3, 0, 2, 0. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 2, S. 33—85.

[182] *Fokni, V. A.; E. V. Vlasenko; V. I. Kornilova:* 4.6.2.1
Steuerung des Thyristor-Frequenzwandlers mit unmittelbarer Kopplung. (in russ.). 4, 3, 0, 1. Izv. Élektromechanika 15(1972) H. 2. S. 202—206.

[183] *Gabler, M.:*
Der Steuerungsentwurf des Thyristors eines kontaktlosen Schalters mit Berücksichtigung der Herstellungsstreuung von Parametern des Steuerübergangs. (in tschech.). 11, 2, 0, 10. Automatizace 15 (1972) H. 1, S. 7—13.

[184] *Kłyś, F.:*
The EMW-01a type thyristor power amplifier. (in poln.). 0, 3, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 1, S. 33—34.

[185] *Gniazdowski, J.:* 4.6.2.2
Review of Polish-made control elements (valves and flaps). (in poln.). 0, 0, 5, 0. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 3, S. 129—131.

[186] *Switalski, S.:*
On the selection of charakteristic of valves for heat exchangers. (in poln.). 9, 2, 3, 3. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 2, S. 71—74.

[187] *Szalay, J.:*
Neuer Regelventiltyp. (in ungar.). 0, 7, 1, 1. Mérés és Automatika 19 (1971) H. 10, S. 390—392.

[188] *Csikós, J.:* 4.6.2.3
MMG Automatisierungsberichte: Neue Kugelventile Typ AUREL 100. (in ungar.). 0, 3, 0, 1. Mérés és Automatika 19 (1971) H. 9, S. 358—360.

5.0. Anwendung der Regelungs- und Steuerungstechnik, allgemein

[189] *Günther, W.:* 5.0
Anlagen der angewandten Fernsehtechnik und ihre Einsatzgebiete in Verbindung mit anderen Informationsmitteln als System für die Leitung und Steuerung komplexer Prozesse. (in tschech.). 0, 5, 0, 0. Automatizace 15 (1972) H. 2, S. 46 -48.

5.5. Regelung bei Erzeugung und Verbrauch von Energie

[190] *Draga, E.; J. Stelmach:* 5.5.1.1
Mathematical model of a power boiler, type OP-650b, as an object of feed-water control. (in poln.). 3, 4, 0, 2. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 1, S. 20—22.

[191] *Wilczyński, Z.:*
Elimination of switching disturbances in the auxiliary circuit of a cascade control system with step controllers. (in poln.). 0, 2, 2, 0. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 2, S. 79—80.

[192] *Cyprián, K.:* 5.5.1.5
Indirekte Temperaturregelung des Kühlaustauschers. (in tschech.). 7, 3, 0, 1. Automatizace 15 (1972) H. 3, S. 62—64.

[193] *Kajalov, G. M.; G. M. Tatevosjan:* 5.5.4.0
Grapho-Analytische Methode zur Auswahl der optimalen Kombination von Standard-Leiterquerschnitten der Hauptnetze nach dem maximal zulässigen Spannungsverlust (in russ.). 1, 2, 0, 0. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 3, S. 271—274.

[194] *Vanain, V. K.; F. D. Gol'denberg:*
Einige Probleme der Wahl von Funktionswandlern von Recheneinrichtungen für die Optimierung des Betriebes von Energiesystemen. (in russ.). 4, 3, 0, 1. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 1 S. 42—47.

[195] *D-jakov, V. I.; A. N. Frolov:* 5.5.4.5
Die Geschwindigkeitsregelung von Induktionsmotoren mit kurzgeschlossenem Stator vom thyristorisierten Spannungsregler. (in russ.). 3, 3, 0, 1. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 2, S. 198 bis 201.

[196] *Drozdowski, Z.:*
Modern automatized drives with eddycurrent couplings for works mechanical handling equipment. (in poln.). 2, 3, 0, 0. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 2, S. 60—61.

[197] *Javorskij, V. N.; V. P. Ermolin:*
Berechnung nichtlinearer Folgeantriebe mit Elektromaschinenverstärker. (in russ.). 2, 0, 0, 4. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 2, S. 207—212.

[198] *Kaliński, J.:*
Automatic optimizing control of phase angle between voltages supplying a two-phase asynchronous motor. (in poln.). 13, 4, 0, 1. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 2, S. 67—70.

[199] *Lur'e, B. V.; V. I. Rublineckij; E. Ja. Tomčuk:*
Optimierung der Steuerprogramme für den Betrieb automatisierter Elektroantriebe einer Klasse von Mechanismen. (in russ.). 3, 0, 1, 0. Izv. Élektromechanika 15 (1972) H. 4, S. 432—435.

5.6. Regelung und Steuerung in der verarbeitenden Industrie

[200] *Tóth, A.:* 5.6.0
Die Anwendung der Methoden der Kybernetik bei der Untersuchung von Produktionsvorgängen. (in ungar.). 3, 5, 0, 0. Mérés és Automatika 19 (1971) H. 11, S. 423—425.

[201] *Frelek, B.:* 5.6.1.1
Meter for indicating optimum power conditions of steelmaking process in an arc furnace. (in poln.). 3, 6, 0, 4. Pomiary automatyka kontrola 18 (1972) H. 3, S. 98—101.

Identification des processus par la méthode du modèle (Identifizierung von Prozessen durch die Modellmethode). Von *J. Richalet, A. Rault* und *R. Pouliquen.* Paris/London/New York: Gordon & Breach. 361 Seiten, zahlreiche Bilder, £ 7,80.

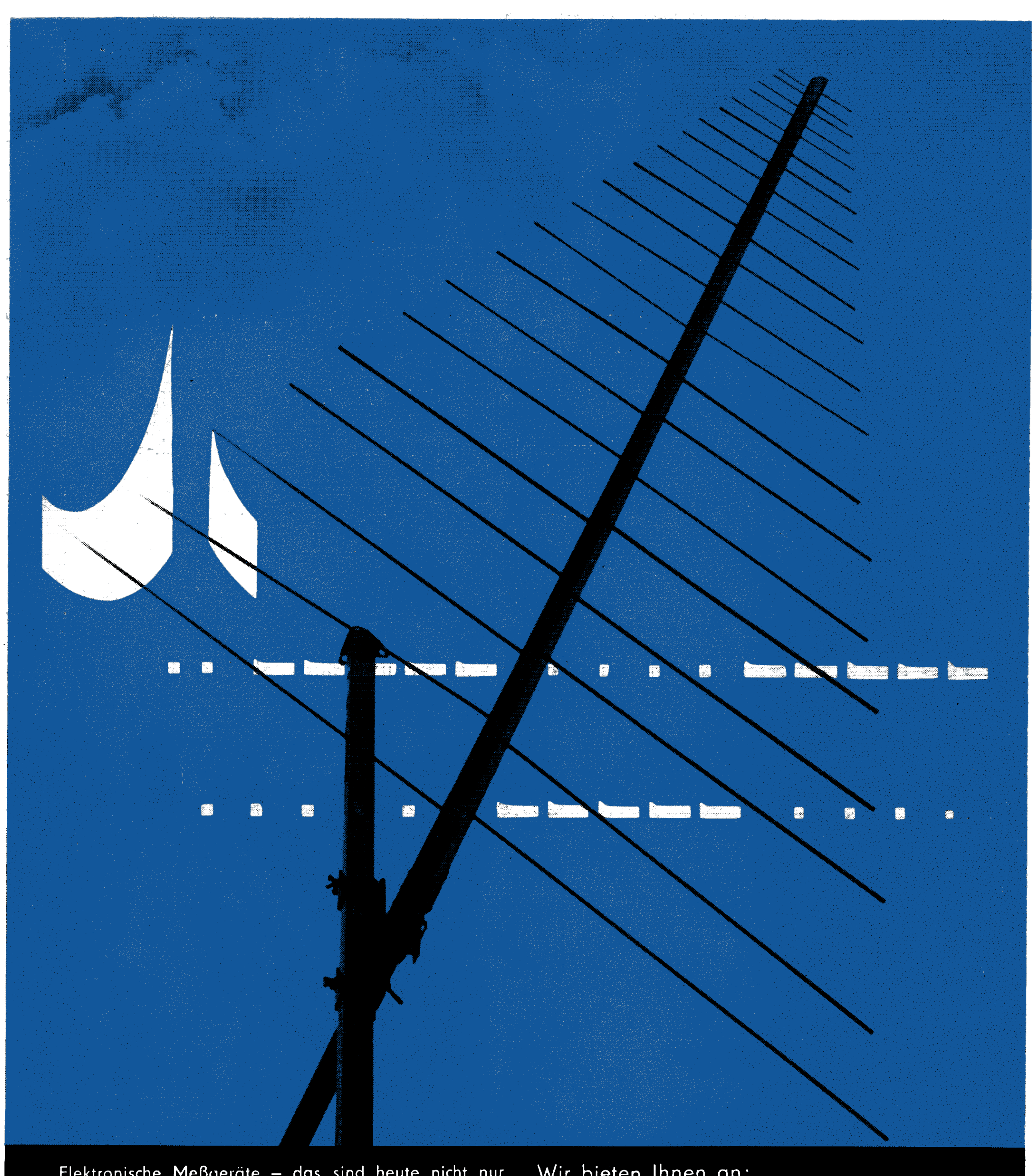
Das gleichzeitig als französische und als englische Ausgabe erschienene Buch setzt sich in 14 Einzelkapiteln mit den verschiedenen Varianten und Aspekten der Modellmethode auseinander. Generelles Anliegen ist die Formulierung und Präzisierung eines „Mathematischen Modells“ für ein nur partiell beobachtbares Objekt. Im philosophisch gehaltenen Vorwort hebt *P. Naslin* die fundamentale Bedeutung des Modellbegriffs für die wissenschaftliche Erkenntnis hervor und betont, daß Modelle nur Teilaspekte der Realität reflektieren können, worin ihre Beschränkung begründet liegt.
Die in sich abgeschlossenen Kapitel behandeln u. a. den Distanzbegriff zwischen Objekt und Modell, den Parameterraum, die Empfindlichkeit, die Abschätzung sowie die direkten, lokalen und globalen Identifikationsmethoden.
Einigen Kapiteln sind Übungsaufgaben, jedoch ohne Lösungsweg und Ergebnis, beigefügt. Im Kapitel „Anwendungsbeispiele“ werden Lösungsansätze und numerische Ergebnisse für dynamische Teilmodelle von Flugzeugen, einem Modell der Muskelbewegung und einem Modell von Dampferzeuger und Turbogenerator, behandelt.
Der Anlage des Buches nach, handelt es sich weniger um ein Lehrbuch als um eine kritische und vergleichende Darstellung dieser bisher vorwiegend in Einzeldarstellungen behandelten Probleme.

B 609 *H. Schöpflin*

Theorie des optimalen Experiments. Von *V. V. Fedorov.* Moskau: Nauka 1971. 312 Seiten, 35 Bilder, 10 Tafeln, 1,06 Rbl.

In der Theorie des optimalen Experiments werden auf der Grundlage einer Kombination von Methoden der mathematischen Statistik und Mathematik nicht nur Verfahren zur Auswertung der Meßergebnisse, sondern auch zur optimalen Organisation des Experiments bereitgestellt. Das Buch, das einem Teilgebiet gewidmet ist, hat zum Ziel, die wichtigsten und bezüglich ihrer praktischen Anwendung wesentlichsten Methoden zur Bestimmung des mathematischen Modells, das das zu untersuchende Objekt beschreibt, darzulegen. Um deren Möglichkeiten und Anwendbarkeit zu demonstrieren, sind eine Vielzahl von Beispielen enthalten.
Nachdem im ersten Kapitel die wichtigsten Kenntnisse aus der Regressionsanalyse und die grundlegenden Kriterien der Optimalität des Experiments zur Bestimmung der unbekannten Parameter formuliert wurden, sind die nächsten zwei Kapitel dem statischen Experiment gewidmet, d. h. einem Experiment, bei dem mit Hilfe der a priori-Information über die funktionale Abhängigkeit das Experiment insgesamt geplant werden kann. Dabei kommen analytische und numerische Methoden zur Ermittlung optimaler Versuchspläne zur Anwendung. In den folgenden zwei Kapiteln ist die etappenweise Versuchsplanung dargelegt. Dabei werden, ausgehend von der Auswertung einer begrenzten Anzahl von geplanten Versuchen, weitere Versuche geplant und realisiert.
Im sechsten Kapitel liegt schließlich der Fall vor, daß aus mehreren konkurrierenden mathematischen Modellen mit unbekannten Parametern das geeignete auszuwählen ist und dessen Parameter zu bestimmen sind. Im abschließenden Kapitel werden Methoden behandelt, die die Ermittlung einer geeigneten Modellstruktur mit der Parameterbestimmung verbinden.

B 620 *H. Peters*



Elektronische Meßgeräte – das sind heute nicht nur einzelne Meßgeräte, sondern auch komplette Meßplätze und Meßsysteme, die in allen Wissenszweigen in der Forschung und Entwicklung, für die Wartung und Reparatur und für die Produktion dringend benötigt werden.

Fordern Sie unsere Prospekte, Kataloge und Applikationsschriften an. Suchen Sie eine Lösung für Ihre speziellen Meßaufgaben, so können Sie sicher sein, daß wir auch Sie beraten werden.

Wir bieten Ihnen an:

- selektive Spannungsmesser und Störspannungsmesser bis 1000 MHz
- Feldstärke- und Störfeldstärkemeßplätze bis 1000 MHz
- Universal-Oszillografen bis 1000 MHz
- Speicher-Oszillografen bis 1000 MHz
- Wobbelmeßplätze bis 1000 MHz
- Frequenzspektrometer bis 22,4 kHz
- TF-Pegelmeßplätze bis 60 MHz

VEB MESSELEKTRONIK BERLIN

1035 Berlin, Neue Bahnhofstraße 9 17 · Telefon 5 81 30 · Telex mese dd Bln 011 2761

32525